அடிப்படைக் கட்டுமான வடிவமைப்பு

அடிப்படைக் கட்டுமான வடிவமைப்பு

(Basic Structural Design)

முனைவர் இல. சு. ஜெயகோபால்
துணைப் பேராசிரியர்
பொதுப் பொறியியல் துறை
பூ. சா. கோ. பொறியியற் கல்லூரி
கோவை - 4

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகப்
பொறியியல் மருத்துவ
நூலாக்கத் திட்டத்தின் கீழ்
உருவாக்கப்பெற்றது.

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக வெளியீடு : 88

திருவள்ளுவர் ஆண்டு 2023 ஆனி : சூலை 1992

நூல்	: அடிப்படைக் கட்டுமான வடிவமைப்பு
ஆசிரியர்	இல. சு. ஜெயகோபால்
விலை	: உரு 50/-
பதிப்பு	: முதற்பதிப்பு
அச்சு	: ஸ்ரீ வேலன் அச்சகம், சிதம்பரம்.
மேலுறை மற்றும் சேர்க்கை	: தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக அச்சகம், தஞ்சாவூர்.

முனைவர் சி.பாலசுப்பிரமணியன்
எம்.ஏ., எம்.லிட்., பிஎச்.டி.,
துணைவேந்தர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

அணிந்துரை

வடிவமைப்பு அறிந்து வளமனை கட்டுவோருக்கு வாய்ப்பாகக் கிடைத்த ஒரு நன்னூல் '**அடிப்படைக்கட்டுமான வடிவமைப்பு**' எனும் இந்நூல் எனின் அது பொருத்தமான உரையேயாகும்.

இந்நூல் ஆசிரியர் முனைவர் **இல. சு. ஜெயகோபால்** அவர்கள் கோவை பூ. சா. கோ பொறியியற் கல்லூரியின் பொதுப்பொறியியல் துறையில் துணைப்பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றுப் பணியாற்றுபவர்; பொறுப்புடன் சிறந்த ஒரு நூலைத் தமிழினத்திற்குத் தந்திருப்பவர்.

பேராசிரியர் அவர்கள் அடிப்படைக் கட்டுமான வடிவமைப்பு என்னும் இந்நூலினை ஒன்பது அத்தியாயங்களில் இந்தியத் தர நிருணய நிறுவனத்தின் பரிந்துரைகளைப் பின்பற்றி ஆக்கியளித்துள்ளார்.

முதல் அத்தியாயம் கட்டுமான வடிவமைப்பின் பொதுக்கருத்துகளை விளக்குகிறது. கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களின் வடிவக்கணக்கீடுகளை இரண்டாம் அத்தியாயமும் மரத்தூண்கள், விட்டங்கள், சட்டங்களின் இணைப்புப்பற்றிய வடிவக் கணக்கீட்டு முறைகளை மூன்றாம் அத்தியாயமும் விளக்குகின்றன.

நான்காம் அத்தியாயத்தில் இரும்புச் சட்டங்களின் இணைப்புமுறைகள் பற்றியும் ஐந்தாம் அத்தியாயத்தில் இழுவிசை அங்கங்கள் பற்றியும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

அமுக்கப்பளு தாங்கும் தூண்கள், கம்பங்கள் பற்றிய வடிவக்கணக்கீட்டுக் கொள்கைகளும் இரும்பு உத்தரங்கள், கட்டுவித்த உத்தரங்களின் வடிவமைப்புகளும் ஆறு, ஏழாம் அத்தியாயங்களில் விளக்கப்பெற்றுள்ளன.

உத்தரங்களின் வடிவக்கணக்கீட்டு முறைகளும் தூலக்கட்டுகளின் வடிவமைப்பு முறைகளும் எட்டு, ஒன்பதாம் அத்தியாயங்களில் இடம்பெற்றுள்ளன.

'எதிலும் தமிழ் எல்லாம் தமிழ்' என்னும் குறிக்கோளோடு பொறியியலின் தமிழ் முதல் நூலாக அடிப்படைக் கட்டுமான நூல் வெளிவருகிறது.

கட்டடக் கலைஞர்கள் பெற்றுப் பயனுற இஃது அரியதொரு நூலாகும். நூலாசிரியரின் பணி சிறக்க வாழ்த்துகின்றேன்.

அன்புடன்
சி. பாலசுப்பிரமணியன்.

முன்னுரை

கல், மண், மரம் முதலியவை தோன்றிய காலத்தேயே கட்டுமானங்கள் தோன்றிவிட்டன. ஆனால், அன்றிலிருந்து இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதிவரை கட்டுமானங்களின் அளவுகள் அனுமானம், பழக்கத்திலுள்ள விதிகள் இவற்றை ஒட்டியே அமைக்கப்பட்டன. பொறியியல் உத்திகள் பல்வேறு ஆய்வுகளின் துணைகொண்ட பின், கட்டுமானங்களின் வடிவமைப்பு முறைகளும் பெரிதும் மாறுபட்டன. கட்டுமான அங்கங்களின் அளவுகள் உரிய கணக்கீடுகள் வழியாகவும் அமையலாயின. வழி முறை ஏடுகளும் நூல்களும் தோன்றலாயின. ஆயினும் இந்தத்துறை பற்றிய நூல்கள் இந்திய மொழிகளில் குறிப்பாகத் தமிழில் மிகக் குறைவே. தலங்களில் கிடைக்கும் பொருள்கள், கருவிகள் இவற்றைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தி, பத்திரமான - பயன்படும் உத்திகளைக் காணமுயல்வது 'பொறியியல்துறை. அந்த முயற்சிக்குத் தாய்மொழி தடையாக இராது. சொல்லப் போனால் துணையாகவே இருக்கும் என்பதற்கு எளிய எடுத்துக்காட்டாக அமைகிறது இந்த நூல்.

நூலின் முதல் அத்தியாயம் கட்டுமான வடிவமைப்பின் பொதுக் கருத்துக்களை விளக்குகிறது. கொத்துவேலைக் கட்டுமானங்களின் வடிவக்கணக்கீடு விதிகள் அத்தியாயம் இரண்டில் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. மரத்தூண்கள் விட்டங்கள், சட்டங்களின் இணைப்பு, இவை பற்றிய வடிவக்கணக்கீடு முறைகள் ஆகியன மூன்றாம் அத்தியாயத்தில் கூறப்பட்டுள்ளன. அத்தியாயம் நான்கு இரும்புக் கட்டுமானங்கள் பற்றியதாகும். இரும்புச் சட்டங்களின் இணைப்பு முறைகள் இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன. அத்தியாயம் ஐந்து இழுவிசை அங்கங்களைப் பற்றியது. அழுக்கப்பளு தாங்கும் தூண்கள், கம்பங்கள் ஆகியவற்றின் வடிவக்கணக்கீட்டுக் கொள்கைகள் அத்தியாயம் ஆறில் இடம் பெற்றுள்ளன. அத்தியாயம் ஏழில் இரும்பு உத்திரங்கள், கட்டுவித்த உத்திரங்கள் ஆகியவற்றின்

வடிவமைப்பு முறைகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுடன் உத்திரங்களின் வடிவக் **கணக்கீடு** முறைகளும் கூறப்பட்டுள்ளன. தூலக்கட்டுகளின் வடிவமைப்பு முறைகள் அத்தியாயம் ஒன்பதில் இடம்பெற்றுள்ளன.

இந்தியத் தர நிருணய நிறுவனத்தின் பரிந்துரைகளைப் பின்பற்றி இந்நூல் எழுதப்பட்டுள்ளது. ஓரளவுக்கு வாழ்வுடன் தொடர்புடைய உரிய எடுத்துக்காட்டுகளின் மூலம் வடிவாக்க முறைகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. (இந்தியாவில் குறிப்பாகத் தென்னகத்தில் கிடைக்கும் தளப் பொருள்கள் கட்டுமான வடிவமைப்புக்கு உகந்த பொருள்களாகக் கருதப்பட்டுள்ளன.) உதாரணமாக, மரக்கட்டுமான அமைப்புக்குத் தேக்கு, இருள், மஞ்சக் கடம்பு, ஆகிய மரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தியாவின் உருக்கு இரும்பாலைகளில் தற்பொழுது வார்க்கப்படும் சட்டங்கள் இரும்புக் கட்டுமானங்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இந்த நூலின் கணக்கீடுகள் உலகப் பொது அளவு அலகுகளாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளன. உலகப் பொதுக் குறியீட்டு ஆங்கில எழுத்துக்களே கணக்கீடுகளில் இடம் பெற்றுள்ளன.

இந்நூல் எழுதிட ஊக்கமும் உதவியும் நல்கிய தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத்திற்கு - குறிப்பாக அன்றைய துணை வேந்தர் வ. அய். சுப்ரமணியம் அவர்களுக்கும் தமிழ் வளர்ச்சித் துறை இயக்குநர் டாக்டர் இராம. சுந்தரம் அவர்களுக்கும் நான் நன்றி கூறக் கடமைப்பட்டிருக்கிறேன்.

நூலின் படைப்புக்குப் பல்வேறு வகையில் துணை நின்ற என் பூ. சா. கோ. கல்லூரி நிருவாகத்தின் அன்றைய நெறியாளர் அமரர் ஜீ. ஆர். தாமோதரன், இன்றைய நிருவாகப் புரவலர் திரு ஜீ. வரதராஜ் மற்றும் முதல்வர்கள் முனைவர் மு. வெங்கட்ராமன், முனைவர் மு. சண்முக சுந்தரம் மற்றும் என் ஆசிரிய நண்பர்கள் ஆகியோருக்கும் என் மனமுவந்த நன்றி.

நூல் அழகிய முறையில் அச்சேற வழி வகுத்த தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத் துணைவேந்தர் முனைவர் ச.அகத்தியலிங்கம் அவர்களுக்கும் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகப் பதிப்புத் துறையினருக்கும் என் நன்றி.

கோயம்புத்தூர், **இல. ச. ஜெயகோபால்**
7_1_1988.

பதிப்புரை

'எதிலும் தமிழ்; எல்லாம் தமிழ்' என்னும் குறிக்கோள் செயற்பட வேண்டும். அதற்கு வளர்ந்துவரும் பலதுறை அறிவுக்கலை நூல்கள் தமிழில் உருவாக வேண்டும்.

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் 'அறிவியல் நூலாக்கத் திட்டம்' ஒன்றை அமைத்தமை தமிழ்வளர் குறிக்கோளுக்கு நல்ல அடித்தளமாகும்.

இத்திட்டத்தில் மருந்தியலிலும் பொறியியலிலும் அவ்வவ் வல்லுநர்களால் நூல்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

'அடிப்படைக் கட்டுமான வடிவமைப்பு' என்னும் இந்நூற்பதிப்பு, பொறியியல் தமிழ் நூலின் முதல் வெளியீடு, இதனை வெளியிட இசைவளித்து ஊக்கமூட்டிய முன்னாள் துணை வேந்தர் மாண்புமிகு முனைவர் ச. அகத்தியலிங்கம் அவர்களுக்கும் இந்நூல் முழுமை பெற்று வெளிவர ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளித்த இந்நாள் துணைவேந்தர் மாண்புமிகு முனைவர் சி. பாலசுப்பிரமணியன் அவர்களுக்கும் தமிழறி உலகம் நன்றி பாராட்டும் கடப்பாடுடையது.

பொறியியல் வல்லுநர் முனைவர் இல. சு. ஜெயகோபால் நல்லூக்கத்துடனும் திறனுடனும் இந்நூலை எழுதி வழங்கினார். எளிய பாங்கில் தெளிவுதரும் வரைபடங்களைக் கொடுத்து அரிய நூலாக இதனை வடித்து வழங்கியமைக்குப் பாராட்டுடன் கூடிய நன்றி.

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக 'அறிவியல் நூலாக்கத் திட்ட' இயக்குநர் முனைவர் இராம. சுந்தரம் இந்நூலமைவதற்கு ஏற்பன செய்து நிறைவேற்றியவர்; அவர்க்குத் தமிழ் கூறும் நல்லுலகம் நன்றி பாராட்டும்.

பொறியியல் வல்லுநர்கள் திரு. சீனிவாசகோபாலன், திரு. சம்பத்குமார் ஆகிய இருவரும் இம்மூலப்படியை ஆய்ந்து நுண்ணாய்வு செய்துதவினர். இரு பெருமக்கட்கும் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத்தின் நன்றி உரித்தாகும்.

நூலச்சைச் சிதம்பரம் வேலன் அச்சகத்தார் செம்மையாகச் செய்து முடித்ததுபோக எஞ்சியவற்றையும் அச்சிட்டு நூலாக்கம் செய்தது தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகப் பதிப்புத்துறை.

வரை படங்களையும் மேலுறையையும் அச்சிடாமல் எஞ்சியிருந்த பக்கங்களையும் செய்துமுடித்த நம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக அச்சகத்தார் பணியை வாழ்த்துவோம்.

தமிழ்ப் பெருமக்கள் பொறியியல் அறிஞர்களாய், பொறியியல் ஆர்வலர்களாய் ஆவதற்கு இந்நூல் நற்றுணையாகும். தமிழ் மக்களின் புத்தில்லக் கட்டுமானத்திற்கு இந்நூல் அடித்தள நூலாகத் திகழும்.

இந்நூல் பதிப்புத்துறை துணை இயக்குநராகப் பணியாற்றிய கோவை இளஞ்சேரன் அவர்களின் காலத்தே தொடங்கப் பெற்றிருப்பினும் இன்றே முழுவடிவம் பெற்று வெளியிடப் பெறுகின்றது. இந்நூலை விரைந்து கொணரும் பணியில் எங்களை ஈடுபடுத்திய தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத் துணைவேந்தர் மாண்புமிகு முனைவர். சி. பால சுப்பிரமணியன் அவர்களுக்குத் தமிழ் கூறும் நல்லுலகம் என்றும் நன்றி பாராட்டக்கடமைப்பட்டுள்ளது.

படிப்போர் பயன்பெறுவர். இஃது உறுதி.

அன்பன்
புலவர். சி. **இளங்கோவன்**
உதவி இயக்குநர்

உள்ளடக்கம்

1.	கட்டுமான வடிவமைப்புக் கணக்கீடு - ஓர் அறிமுகம்	1
2.	கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்கள்	25
3.	மரக் கட்டுமானங்கள்	65
4.	இரும்புக் கட்டுமானங்கள்; இணைப்புகள்	169
5.	இழுவிசை அங்கங்கள்	207
6.	அமுக்கப்பளு தாங்கும் அங்கங்கள்	241
7.	உத்திரங்கள்	301
8.	தகட்டு உத்திரங்கள்	345
9.	தூலக்கட்டுகள்	397
	சேர்ப்பு அட்டவணைகள்	413
	கலைச்சொற்கள் (தமிழ் - ஆங்கிலம்)	425
	கலைச்சொற்கள் (ஆங்கிலம் - தமிழ்)	435

1. கட்டுமான வடிவமைப்புக் கணக்கீடு ஓர் அறிமுகம்

1.1 முன்னுரை

கட்டுமான வடிவமைப்பின் முக்கியக் குறிக்கோள் குறிப்பிட்ட பயனுக்காக சீரான தோற்றம் கொண்ட கட்டுமானங்களைச் சிக்கனமாக அமைக்க வழி வகைகளைக் காண்பதாகும். இந்த முயற்சிக்கு வடிவமைப்பாளர் பொருள்களின் வலிமை, கட்டுமானங்களின் இயல்புகள், இயக்கவியல் (mechanics) பற்றிய கொள்கைகள் ஆகியவற்றில் ஆழ்ந்த அறிவு பெற்றிருக்க வேண்டும்.

கட்டட வடிவமைப்பானது அமைப்பாளரின் ஆச்கத்திறன் (creativity), சிந்தனை, அநுபவம் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். மேற்கூறியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட எந்த இயலும் கலையாகத்தான் கருதப்படும். ஆயினும் கட்டட வடிவமைப்போடு அறிவியல் (science) தத்துவங்களின் துணை கொண்டால்தான் புதிய கட்டுமான வடிவங்களுக்கும், கட்டுமான உத்திகளுக்கும் வழி வகுக்க முடியும். சுருக்கமாகச் சொல்லப்போனால் இன்றைய வடிவமைப்புக்கான கணக்கீடுகள் ஆக்கத்திறன், அறிவியல் நுட்பம், அநுபவம் என்பவற்றை ஒருங்கே கொண்டவை.

ஒரு கட்டுமான அமைப்பானது பல அங்கங்களைப் (members) பிணைத்து ஆக்கப்பட்டதாகும். அங்கங்கள் அவற்றின் மேல் சுமத்தப்படும் பளுவைத் தாங்கும்படி வடிவம் கொடுக்கப்படுகின்றன. கட்டுமான அமைப்புகளில் முக்கியமானது கட்டடமாகும். கட்டடம் கடைக்கால், சுவர்கள், தூண்கள், தளங்கள், கூரைகள் என்ற பல அங்கங்களைக்

கொண்டதாகும். கடைக்கால், சுவர்கள், தூண்கள் இவை பெரும்பாலும் அழுக்க விசையைத் தாங்கும் அங்கங்களாகும் கூரைகளும் தளங்களும் சுவர்களிடையே பாலமாக நிற்கும் அங்கங்களாகும். அவற்றைத் தாங்கும் தூண்களின் இடையே உள்ள தூரம் துறைத்தூரம் என அழைக்கப்படுகிறது.

கட்டடங்களிலும், பாலங்களிலும் துறைத்தூரத்தின் நீளத் திற்கேற்ப அவற்றை நிருமாணிக்கப் பயன்படும் பொருள்கள், வடிவமைப்பு முறைகள், கட்டுமான உத்திகள் இவை மாறு படுகின்றன.

1.2 முக்கிய விசைகள்

கூரைகள், தளங்கள் இவற்றின் வடிவத்திலிருந்தே பெரும் பாலான கட்டட வகைகள் அமைகின்றன. இரண்டு சுவர் களிடையே ஒரு தளத்தைத் தாங்கும் ஓர் உத்திரத்தை ஆராய் வோம். தளமும் அதன்மேலுள்ள சாதனங்களும் உத்திரத்தின் பளுவாகின்றன. சுவர் கீழே அமிழாமல் சுவர்கள் எதிர் வினையைத் தருகின்றன. 1.1 படத்தில் ஒரு மாதிரி உத்திரத்தைக் காண்கிறோம். W_1, W_2, W_3, இவை பளுக்கள். RL, RR இவை தாங்குமானங்களில் பளுவைத் தாங்கும் எதிர்வினைகள். உத்திரத்தை AA இடத்தில் இரண்டாக வெட்டியதாக எண்ணு வோம். துண்டுபட்ட உத்திரத்தின் இடப் பகுதி மேலோ, கீழோ நகர முயல்கிறது. உண்மையில் இவ்வாறு நகரா வண்ணம் உத்திரத்தின் வலப் பகுதி எதிர் விசையைக் கொடுக் கிறது. இந்த எதிரெதிரான குத்து விசைகள் நறுக்குவிசையைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

வெட்டப்பட்ட உத்திரம் RL, W_1 இந்த விசைகளால் வளைக்க முயல்கிறது. உத்திரம் இடஞ்சுழி கொள்வதாக எண்ணுவோம். உத்திரத்தின் வலப் பகுதி எதிர்த் திருப்பு விசையை வலஞ்சுழி வாக்கில் கொடுத்து, உத்திரப் பகுதியைச் சமன் செய்விக்கிறது. தான் இடஞ்சுழித் திசையில் திருப்பு விசையை ஏற்கிறது. இந்த எதிர்த் திருப்பு விசை, திருப்பு விசைகள் ஆகியன உத்திரத்தை வளைய வைக்கின்றன. எனவே

இந்த நேர் எதிர்த் திருப்பு விசைகள் வளை திருப்பு விசை என்று பெயர் பெறுகின்றன,

உத்திரத்தின் எல்லாப் பகுதிகளும் (sections) இவ்வாறு வளை திருப்பு விசையையும் நறுக்கு விசையையும் ஏற்கின்றன. நறுக்கு விசையும் வளைதிருப்பு விசையும் காட்டுமானத்தின் வடிவத்தைச் சார்ந்தவையல்ல. பளுக்களின் அளவு, அவை சாரும் இடங்கள் இவற்றைப் பொறுத்தே நறுக்குவிசை. வளைதிருப்பு விசை இவற்றின் அளவு துறைத் தூரத்தின் பலவேறு பகுதிகளில் மாறுபடுகிறது. இந்த விசைக்கு உரிய வகையில் ஈடு கொடுக்கும் கட்டுமானத்தைக் கணிப்பது கட்டுமான வடிவமைப்பின் முக்கிய அமிசமாகும். இனிச் சில முக்கியக் கட்டட வடிவங்களைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்வோம்.

1.3 கட்டட வடிவங்கள்

1.3.1 கமான்கள்

வளைந்த வடிவு கொண்ட வில் போன்ற அமைப்புகள் கமான்கள் ஆகும். கமான்கள் விரியாமல் காக்கத் தாங்குமானங்கள் கிடைப்போக்கில் வலியதாய் இருக்கவேண்டும். குத்துப்பளுவின் வளைதிருப்பு விசையைத் தாங்குமானத்திலுள்ள கிடை எதிர் வினையின் வளைப்பு பெருமளவில் சரிசெய்கிறது. எனவே, கமான்கள் நேரடி அமுக்க விசையையே பெறுகின்றன. கருங் கற்களும், செங்கற்களும் முக்கியக் கட்டடப் பொருள்களாக இருந்த காலத்தில் கமான் வளைவே சிறப்பான கட்டுமான வடிவமாக விளங்கியது. வளைப்பு கட்டுமானத்தின் பகுதி களில் இழுவிசையைத் தோற்றுவிக்கிறது. கொத்து வேலைக் கட்டடங்கள் வெகுகுறைந்த இழுவிசையையே தாங்கவல்லவை. எனவே, வளைப்பைப் பெரிதும் தோற்றுவிக்காத கட்டுமான வடிவங்களையே நம் முன்னோர்கள் விரும்பினர். அமுக்க விசையை நன்கு தாங்க வல்ல கொத்து வேலைக் கட்டட முறையில் கமான் ஆக்கப்பட்டது. எனவே நம் கோயில்கள், மசூதிகள், தேவாலயங்கள், பழங்காலக் கட்டடங்கள் ஆகிய வற்றில் பெரும் பகுதிகளில் கமான்கள் அமைக்கப்படலாயின.

1.3.2 தூலக் கட்டுகள்

அதிகத் துறைத் தூரத்திற்குப் பாலமாகப் பயன்படும் உத்திரங்கள் அதிக வளைப்பை ஏற்க வேண்டியிருக்கின்றன. அதிக வளைப்பைத் தாங்க மிக அதிக உயரமுள்ள உத்திரங்கள் அமைக்கப்படவேண்டும். வேறுவிதமாகச் சொல்லப் போனால் உத்திரம் ஏற்கும் அமுக்க விசைக்கும் இழுப்பு விசைக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி அதிகப்படுத்தப்பட வேண்டும். இந்த யுத்தி I வடிவ உத்திரம் அமைக்க வழி கோலியது. இந்த I வடிவ உத்திரத்தின் நடுக்குருத்துத்தகடு நறுக்கு விசையைத் தாங்குகிறது. கெட்டியான குருத்துத் தகட்டிற்குப் பதிலாகச் சட்டங்கள் குறுக்காகவும் குத்தாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டால் தூலக்கட்டு என்ற கட்டுமான அமைப்பைப் பெறுகிறோம்.

தூலக்கட்டு பல சட்டங்களைக் கொண்டு கட்டி ஆக்கப் பட்டதாகும். சட்டங்கள் இழுவிசையையோ, அமுக்க விசையையோ ஏற்கின்றன. முதன்மை இழுவிசை தாங்கும் சட்டம் பிணைநாண் என வழங்கப்படுகிறது. அமுக்க விசை தாங்கும் சட்டம் கைச்சட்டம் எனப்படுகிறது. இந்த இரு சட்டங்களை இணைக்கும் குறுக்குச் சட்டங்கள் முக்கோண வடிவமைப்பைத் தோற்றுவித்து அமைகின்றன. குத்துப்போக்கில் அமையும் சட்டங்கள் குத்துச் சட்டங்கள் எனவும், சாய்வாக அமையும் சட்டங்கள் குறுக்குச் சட்டங்கள் எனவும் பெயர் பெறுகின்றன. தூலக்கட்டுகளின வடிவத்தின் பேரில் அவை அகலவகை, துளைவகை, வாரன்வகை எனப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன.

வடக்குத்திக்கு வெளிச்சம் கட்டடத்துள்ளே வருமாறு இரம்பத்தின் பல்போன்ற வடிவம் கொண்ட தூலக்கட்டுகள், கூரையின் இடையில் வெளிச்சம் பெற இருபுறமும் கூரைக் கோம்புகள் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட தூலக்கட்டுகளும் புழக்கத்திலுள்ளன. பல வகைப்பட்ட தூலக்கட்டுகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன

தூலக்கட்டுகள் பொதுவாக இணைகோடுகளில் அமைக்கப் படுகின்றன. இவை கூரைச்சட்டங்களால் பிணைக்கப்பட்டு, கூரை ஏடுகளைத் தாங்குகின்றன. காற்றால் கூரை அமைப்பு குலையாமல் காக்கும் வண்ணம் குறுக்கு அணைப்புச் (bracing) சட்டங்கள் கூரையின் தளத்தில் அமைக்கப்படுகின்றன.

1.3.3 உறுதிச் சட்டகங்கள்

சட்டகங்கள், தூண்கள், உத்திரங்கள், கமான்கள் என்ற அமைப்புகளை ஒருங்கே கொண்டவை கட்டுமானங்கள். இவ் வகைச் சட்டகங்களில் தூண்களும், உத்திரங்களும் உறுதியான இணைப்பால் ஒன்றுவிக்கப்படுகின்றன. தூண்களும் உத்திரங் களுடன் சேர்ந்து வளைந்து வளைதிருப்பு விசையை ஏற்கின் றன. தூண்கள் வளையும்பொழுது உடன் விளையும் கிடை விசை தாங்குமாறு தாங்குமானங்கள் செயல்படவேண்டும். ஓர் அங்கணம், பல அங்கணம், ஒரு மாடி பல மாடி இவற்றிற் கான சட்டக வடிவங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. கீழ்த் தளத்தில் இடைத் தூண்களற்ற ஒரு சட்டக அமைப்பு, குறுக்குச் சட்டங்களில்லாத ஒரு தூலக்கட்டு போல் தோற்ற மளிக்கிறது. இவ்வகைச் சட்டகக் கட்டுமானங்கள் 'வியரின்டீல் உத்திரங்கள்' என வழங்கப்படுகின்றன. தூலக்கட்டின் குறுக்குச் சட்டத்தின் பணியை ஒருங்கிணைந்த பிணைப்புகள் ஏற்கின்றன.

1.3.4 உத்திரப் பின்னல்கள் (cross & main)

தளங்களைத் தாங்கும் விட்டங்களைத் தூண்களில் தாங்கச் செய்வது மிக எளிய கட்டுமான முறையாகும். விட்டங்களின் துறைத்தூரம் அதிகமானால் இந்த விட்டங்களைக் குறுக்கு உத்திரங்களின் மேல் அமைத்து உத்திரங்களைத் தாங்கத் தூண்களை அமைப்பதும் வழக்கத்தில் உண்டு. இந்த விட்டங் களும் உத்திரங்களும் தளத்தின் பளுவைத் தாங்குவதில் ஒருங்கே பங்கேற்குமானால், அந்த விட்ட உத்திர அமைப்பு உத்திரப் பின்னல் என வகைப்படுத்தப்படும்.

இரண்டு உத்திரங்களும் ஒருங்கே வளைந்து பிணைக்கப் பட்ட இடங்களில் ஒரே தொய்வு பெற்றுப் பளுவைப் பிரித்துக் கொள்கின்றன. குறுக்கும் நெடுக்கும் பல உத்திரங்களையும் விட்டங்களையும் கொண்டு உத்திரங்களின் இடையே உள்ள தூரம் குறைக்கப்பட்டால் அவை இரு வழிப்பளுப் பங்குபாட்டில் செவ்வையாகப் பயன்படுகின்றன. கற்காரை உத்திரப்பின்னல் கள் வழக்கமாக ஒருங்கிணைந்த பிணைப்புகள் கொண்டவை. இந்தப் பிணைப்புகளில் உத்திரங்களின் தொய்வு ஒன்று படுவதுடன் உத்திரங்கள் முறுக்கு விசைக்கும் ஆளாகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

1.3.5 தளப் பலகைகள்

உத்திரப் பின்னல்கள் இருவழிச் செயல்பாட்டின்மூலம் பளுவை இருதிசைகளிலும் பகிர்ந்து கொள்கின்றன எனக் கண்டோம். இந்த உத்திரங்களுக்கிடையே உள்ள தூரம் படிப்படியாகக் குறைக்கப்பட்டால் இறுதியில் கெட்டியான பலகையைப் பெறுகிறோம். எனவே, உத்திரப் பின்னல்களைப் போன்றே இப்பலகைகள் இருவழிப் பளுக் கடத்தலுக்குச் செவ்வையானவை. ஆயினும் பலகையின் நீள, அகல விகிதங்கள் இரண்டிற்குமேலிருந்தால் இந்த இருவழிப் பங்கு பாட்டின் பயன் பெரிதும் குறைந்து விடுகிறது. பளுவின் பெருமளவு குறைந்த துறைத்தூரம் கொண்ட பக்கத்திலேயே சேர்கிறது.

கற்காரை (கான்க்ரீட்) அமைப்பில் தளப்பலகைகள் உத்திரங்களின்றி நேரடியாகத் தூண்களின் மேல் தாங்கப் படுவதும் உண்டு. இவ்வகை அமைப்பு 'குடைப்பலகைக்' கட்டுமானம் எனப்படுகிறது. தூண்கள் பலகைகளைத் துளை யிடாமல் காக்க, பலகை-தூண் சேர்ப்பில் நறுக்கு விசை கணக்கிடப்பட்டுச் சோதிக்கப்படுகிறது.

1.3.6 கிளிஞ்சல் கூரைகள் (shells)

மெல்லிய ஒரு தகடு கிடையாகத் தாங்கப்பட்டால் அது தன் சுய எடையைக்கூடத் தாங்க வலிமையற்றது என்பதை அறிவோம். அதே தகட்டை ஒரு கூர் உருளையின் பகுதியாக

வளைப்பதாகக் கொள்வோம். வளைந்த வடிவம் கொண்ட அந்தத் தகடு தன் எடையுடன் பத்து மடங்கு அதிக எடையைத் தாங்க வல்லது எனக் காணலாம். இவ்வாறு வடிவத்தால் வலிமைபெற்ற கிளிஞ்சல் கூரைகளைப் பொறியியல் கண்டிருக்கிறது.

ஒரு திசையில் மட்டும் வளைந்த கிளிஞ்சல் கூரை, பல கமான்களின் ஒட்டு மொத்தம் என்று கூறலாம். இவ்வடிவம் கொண்ட கிளிஞ்சல்களின் வடிவத்தைக் காக்கும் பொருட்டு உறுதியான விளிம்புத் தகடுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. இரு புறம் வளைந்த கிளிஞ்சல்கள் குமிழ் வடிவம் கொண்டவை. ஒரு புறம் குவிந்து மறு புறம் குழிந்த வடிவம் கொண்ட கூரை வடிவம் 'ஹைபர்' என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வடிவம் நேர் கோடுகளைக் கொண்டு ஆக்க வல்லது என்பது சார அமைப்பில் குறிப்பிடத்தக்க பயன் கொண்டதாகும். ஒரு குவிந்த பாராபோலா வளை கோடு மற்றொரு குழிந்த பார போலாவின் மேல் பரவினால் கிடைக்கும் பரப்பே இந்த வடிவமாகும்.

பெரும்பாலும் கிளிஞ்சல்வகைக் கூரைகள் பளுக்களை ஏட்டிடைத் தகைவுகளாலே தாங்குகின்றன. சிற்சில இடங்களில் தோற்றுவிக்கப்படும் வளைப்புக்குச் சரியான வடிவக் கணக்கீடு அமையவேண்டும்.

மேலெழுந்த வாரியாக மெல்லிய கற்காரைப் பலகைகளால் அமைக்கப்பட்ட கிளிஞ்சல் கூரைகள் சிக்கனமாகத் தோன்றினாலும், சிக்கலான சார அமைப்புகள், மற்றக் கட்டுமான இடர்கள் இந்தச் சிக்கனத்தைப் பொருளற்றதாகச் செய்து விடுகின்றன.

1.3.7 மடிப்புத் தகட்டுக்கூரை

கிளிஞ்சல் கூரைக்கு எடுத்துக்காட்டாகப் பயன்பட்ட தகட்டை வளைப்பதற்குப் பதிலாக, இணை கோடுகளில் படத்தில் கண்டவண்ணம் மடித்துக் கூரையாகப் பயன்படுத்துவோம். கிளிஞ்சல்வகைக் கூரைகளைப் போன்றே இந்த மடிப்பு வடிவ

மும் அதிகப் பளுவைத் தாங்குகிறது. மடிப்புக் கூரை வடிவமும் ஒரு வகைக் கிளிஞ்சல்வகை எனக் கொள்ளலாம். ஆனால் சமனான பலகைகள் சேர்க்கப்பட்டு, கூர்மையான விளிம்புகள் பெற்ற இவ்வகைக் கட்டுமானங்கள் பெருமளவு வளைப்பு காளாகின்றன. எனவே, கிளிஞ்சல் வகைகளைப் போன்று இவை அவ்வளவு மெல்லியதாக இருப்பதில்லை.

1.4 வடிவக் கணக்கீட்டு அடிப்படைக் கொள்கைகள்

வலிமை, உறுதி பெற்ற கட்டுமானங்களை அமைச்க, வழி வகுக்க மூன்று முக்கியக் கோட்பாடுகள் கட்டுமானக் கணக்கீட்டில் இடம் பெற வேண்டும்.

அ) **வலிமை**: கட்டுமானத்தின் அங்கங்கள் பளுக்களைத் தாங்கும் வண்ணம் வலிமையுடையவைகளாக ஆக்கப்பட வேண்டும்.

ஆ) **உறுதி**: கட்டுமானத்தின் அங்கங்களும், கட்டுமானம் முழுமையும் அதிகத் தொய்வு பெறாமலும், தொய்வடையாமலும், விரிசல் பெறாமலும் காக்க அளவுகள் கணக்கிடப் படவேண்டும்.

இ) **நிலைப்பாடு**: முழுக் கட்டுமானம் அதன்மேலுள்ள பளுக்களால் குப்புறச் சரியாமல் காக்கப்பட வேண்டும். கட்டுமானம் கிடைவாக்கில் நகரா வண்ணமும் அமைக்கப்பட வேண்டும். ஒல்லியான அழுக்க விசைக்கு ஆளாகும் கட்டுமான அங்கங்களின் நெளியும் வாய்ப்பு சோதிக்கப்படவேண்டும்.

1.4.1 வலிமைக்கான கணக்கீடு

ஒரு கற்காரைத் துண்டின் வலிமையைச் சோதனைச் சாலையில் காண்பதாக எண்ணுவோம். அந்தத் துண்டு 20 N/mm^2 என்ற தகைவுக்கான பளுவில் நொறுங்குவதாகக் கொள்வோம். எனவே, கற்காரையின் சிதையும் தகைவு $20 N/mm^2$ கற்காரை பெறுவதிலுள்ள வேறுபாடுகள், தொடர்ச்சியாக இதே அளவு வலிமையுள்ள வாய்ப்புக்கான

ஐயம் இவை பாதுகாப்பான கட்டுமானம் பெற கற்காரையில் அனுமதிக்கப்பட்ட அமுக்கத் தகைவை சிதைவுத் தகைவின் ஒரு பகுதிக்காகக் குறிக்கின்றன. சிதைவுத் தகைவு, அனுமதிக்கப் படும் தகைவு இவற்றிற்கான விகிதம் காப்புக் காரணி என அழைக்கப்படுகிறது. காப்புக் காரணி 2.0 என்றால் அனுமதிக்கப்படும் தகைவு 10 N/mm^2 என்றாகிறது. 400 KN தாங்க வேண்டிய பீடத்தின் பரப்பு 4×10^4 எனக் கணக்கிட லாம்.

இந்தக் கணக்கீட்டிற்கு மாறாக, வழக்கமாகப் பீடத்தின் செயல்படும் பளுவை ஒரு காரணி கொண்டு மிகைப்படுத்திக் கட்டுமானம் அந்தப் பளுவில் சிதைவதாக அளவுகள் நிருண யிக்கப்படுகின்றன. சிதையும் பளு, வழக்கமான பளு இவற் றிற்கான விகிதம் பளுக்காரணி என்றழைக்கப்படுகிறது. மேற் கண்ட எடுத்துக்காட்டில் பளுக்காரணி 1.5 என்றால், சிதையும் தகைவு பளு $400 \times 1.5 = 600$ KN என்றாகிறது. சிதையும் தகைவு 15 N/mm^2 என்பதின் பெயரில் பீடத்தின் பரப்பு 4×10^4 mm^2 என அமைகிறது.

சுருக்கமாக,

$$\text{காப்புக் காரணி} = \frac{\text{சிதையும் தகைவு}}{\text{அனுமதிக்கப்படும் தகைவு}}$$

$$\text{பளுக் காரணி} = \frac{\text{சிதையும் பளு}}{\text{வழக்கமான பளு}}$$

இரும்பின் சிதையும் தகைவு அது நெகிழும் தகைவாகக் கருதப் படுகிறது. கற்காரையின் காப்பு எண் 2 முதல் 3 எனவும், இரும்பின் காப்பு எண் $1\frac{1}{2}$ முதல் 2 ஆகவும் பொதுவாகக் கருதலாம். வழக்கமான பளுக் காரணி 1.5 எனக் கொள்ள லாம்.

1.4.2 உறுதிப்பாட்டிற்கான சில குறிப்புகள்

பளு சுமக்கும் கட்டுமானங்கள் சற்று உருவ வேறுபாடு அடைகின்றன. குறிப்பாக, பளு தாங்கும் உத்திரம் வளைப்பால்

தொய்வு பெறுகிறது. இந்த உருவ வேறுபாடுகள் மிகக் குறைந்திருப்பதால் கண்ணுக்குப் புலனாவதில்லை. அதிகத் தொய்வும் வளைவும் கட்டுமானத்தின் உருவ அழகைப் பாதிக்கின்றன. எனவே உத்திரம் உறுதியுள்ளதாய், குறைந்த தொய்வை விளைவிப்பதாய்க் காணப்படவேண்டும். உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்புத்திறன் உத்திரத்தின் தொய்விற்கு எதிர்ப்பு நல்குகிறது. சாதாரணமாகத் துறைத்தூரத்தில் 250-இல் ஒரு பங்கு அளவு தொய்வு அனுமதிக்கப்படுகிறது.

கற்காரை உத்திரங்களில் பளுக்களாலும் வெப்பத்தாலும். கற்காரையின் சுருங்கு தன்மையாலும் விரிசல்கள் காணப்படுகின்றன. அடித்தளங்களின் பெருமளவு அமிழ்வு செங்கற் சுவர்களில் விரிசல்கள் தோன்றக் காரணமாகிறது. இந்த விரிசல்கள் கட்டடங்கள் விழக காரணமாவதில்லை. ஆயினும் இவை கட்டடத்தின் உள் வெளித்தோற்றத்திற்குக் கேடு விளைவிக்கின்றன. தவிரவும் மழை நீர் கட்டடத்தின் பகுதிகளிலும் கசிய, விரிசல்கள் காரணமாகின்றன.

கட்டுமான வடிவமைப்புக் கணக்கீடுகள் கட்டுமானப் பகுதிகள் அதிகத் தொய்வுறாமலும் அதிக விரிசல்கள் பெறாமலும் இருக்கத் துணைபுரிய வேண்டும்.

1.4.3 நிலைப்பாடு

கட்டுமானங்கள் பெற்றிருக்க வேண்டிய முக்கியப் பண்புகளில் தலையாயது அதன் நிலைப்பாடு. சிறிய அசைவுகளை எதிர்த்துக் கட்டுமானம் தன் பழைய நிலையைத் தக்கவைத்துக் கொள்ளும் திறனை நிலைப்பாட்டுத் திறன் என்கிறோம். சரியான தாங்குமானங்கள் இல்லாமை, உறுதியில்லாத பிணைப்புகள், சரியாக அமைக்கப்படாத சட்டங்கள் இவை கட்டுமானங்களின் நிலையில்லாத் தன்மைக்குக் காரணமாகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக ஓர் ஒல்லியான சுவரைக் காண்போம். இந்தச் சுவர் அடித்தளத்துடன் சரியாகப் பிணைக்கப்படாவிட்டாலும் அல்லது கனமான அகன்ற அடித்தளம் பெறாவிட்டாலும் சிறிய கிடைவிசையினால்கூட கவிழ்கிறது.

இந்தச் சுவரையும் அதன் அடித்தளத்தையும் நிலத்தில் நன்கு புதைத்து அல்லது பக்கச் சுவர்கள் கொண்டு நிலை நிறுத்தலாம்.

ஒரு வரிசைத் தூண்களையும் உத்திரத்தையும மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாகக் காண்போம். கீல்கள் போன்ற பிணைப்பு கள் பெற்ற இந்தக் கட்டுமான அமைப்பு சிறிய கிடைவிசையில் கூடப் படத்தில் கண்டவண்ணம் நிலைகுலைகிறது. இந்த அமைப்பு தாங்குமானங்களில் தூண்களைத் தாங்குமானத்தில் புதைப்பதன் மூலமோ, தூண்கள் உத்திர இணைப்புகளை உறுதியாக்குவதன் மூலமோ, குறுக்கே பிடிப்புச் சட்டங்கள் அமைப்பதன் மூலமோ நிலைப்படுத்தப்படலாம்.

1.4.4 உள்ளுறை நிலைப்பாட்டுக்குறை

ஓர் ஒல்லியான சுவரோ, அத்தகைய தூணோ அமுக்கப் பளுவுக்கு ஆளானால் அது நெளிந்து, முழு அழிவுக்கு வழி கோலுகிறது. அந்தத் தூண் அல்லது சுவரின் உயர, பருமன் விகிதங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருக்குமாறு அமைக் கப்பட வேண்டும் அல்லது உரிய உத்திகள் கொண்டு அவை உறுதியாக்கப்பட வேண்டும்.

1.5 வடிவக் கணக்கீட்டு வழிமுறைகள்

கட்டுமான வடிவக் கணக்கீடு ஆறு நிலைகளைக் கொண்ட தாகும்.

அ) கட்டுமானத்தின் அமைப்பையும் உருவத்தையும் தேர்ந்தெடுத்தல்

ஆ) கட்டுமானம் தாங்கும் பளுக்களின் கணக்கீடு

இ) கட்டுமானத்தின் பகுதிகளில் நிலவும் உள்ளுறை விசை கள், மற்றும் திருப்பு விசை ஆகியவற்றை ஆய்ந் தறிதல்

ஈ) கட்டுமானப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, கட்டு மான அங்கங்களின் அளவை நிருணயித்தல். இசைந்த இணைப்புகளைக் காணல்

உ) செயல்படும் நிலையில் கட்டுமானத்தின் திறனைச் சோதித்தல்

ஊ) எல்லா நிலைக் கணக்கீடுகளையும மீண்டும் சோதித்தல்.

1.5.1 கட்டுமானத் தேர்வு

செயல்பாடு, குறைந்த செலவு, அழகு ஆகியவற்றிற்காகக் கட்டுமான வகை தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. கட்டுமான உரிமையாளர்களின் விருப்பு வெறுப்புகள் வடிவமைப்பாளர் களின் எண்ணங்கள், முன்மாதிரிகள் ஆகியன கட்டுமான வகைத் தேர்வுக்குக் காரணமாகின்றன. பல மாதிரிகள் ஆராயப் பட்டு, இறுதி வடிவம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.

கட்டுமான வகையைத் தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது கீழ்க் காணும் வினாக்கள் எழுகின்றன.

இந்தக் கட்டுமானம் தாங்க வேண்டிய விசைகளின் வகை கள், அளவு, பரவல் அவற்றின் கால அளவு யாவை ?

வெப்ப, தட்ப வேறுபாடுகளும், நிலத்தின் அமிழ்தலும் கட்டுமானத்தின் செயல்பாட்டை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன ?

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கட்டுமானத்தின் அங்கங்களின் மேலுள்ள விசைகளைக் கணக்கிட வழி வகைகள் யாவை ?

கட்டுமானத்தை விரைவாகவும், மலிவாகவும் கட்டுவதற் கான வழி வகைகள் யாவை ?

இந்த வினாக்களுக்கு விடைகாண வடிவமைப்பாளரின் செயலாக்க அறிவு பெரிதும் துணை புரிகிறது.

1.5.2 பளுக்களை முடிவு செய்தல்

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கட்டுமானத்தைச் சாடும் பளு வகை களைக் கண்டறிய குறிப்பிட்ட அநுபவம் பெரிதும் துணை யாகிறது. கட்டுமானத்தின் சுய எடை, அது பயன்படும் காலம் அதன் மேல் செலுத்தப்படும் பளுக்கள் இவை கணக்கிடப்பட வேண்டும். இந்தப் பளு வகைகள் அடுத்த பிரிவில் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளன. கட்டுமானத்தைச் சாடும் பளுக்களைக் கண்ட

பின்னர் எந்தெந்தப் பளுக்களின் சேர்க்கைகள் கட்டுமானத்தின் அங்கங்களில் அதிகத் தகைவுகளை விளைவிக்கின்றன எனக் காணவேண்டும்.

1.5.3 உள்ளுறை விசைகள், திருப்பு விசைகள்

விசைகளின் சமன்பாடு, அங்கங்கள் தாங்குமானம் இவற்றின் உருவ மாறுபாட்டின் இசைவு என்ற இரு அடிப்படைக் கொள்கைகளைப் பற்றிக் கட்டுமான அங்கங்களில் விளையும் உள்ளுறை விசைகள், திருப்பு விசைகள் கணக்கிடப்படுகின்றன. இயக்கவியல் தத்துவங்கள், கட்டுமானக் கணக்கீடு இயல் என்ற பொறியியல் பிரிவுகளின் ஆழ்ந்த அறிவு இந்த வேளையில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

1.5.3.1 அங்கங்களின் வடிவம், அளவுகள், கணக்கீடு, இணைப்புகள் தேர்வு

தகுந்த கட்டுமானப் பொருளும் அங்கங்களின் உள்ளுறை விசைகளும் காணப்பட்டபின் அங்கங்களின் வடிவமும் அளவுகளும் கீழ்க்காணும் தகுதிகளுக்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. (அ) தேவையான உறுதியையும், வலிமையையும் பெறுதல் (ஆ) அங்கங்களைப் பிணைப்பதில் இலகுத்தன்மை (இ) சிக்கனம்.

தேர்ந்தெடுத்த அங்கங்கள் பிணைக்கப்படும் பொழுது கணக்கீட்டிற்காக எண்ணப்பட்ட இணைப்புகள் பெறப்படுமாறு அமையவேண்டும். இணைப்புகள் உறுதியாகவும் சட்டங்கள் மையப் பெயர்வு கொண்டு விசைகளை ஏற்கா வகையிலும் அமையவேண்டும்:

இயல்பான பளுதாங்கும் நிலைமையில் கட்டுமானங்களின் அங்கங்கள் அதிகத் தொய்வு பெறாமலும், வெப்பத்தால் அதிக அளவு உருவ வேறுபாடு பெறாமலும் தாங்குமானங்கள் கீழே அமிழாமலும் காக்க, கணக்கீடுகள் அமையவேண்டும்.

1.5.4 இறுதி மறு சோதனை

கட்டுமானத்தின் அங்கங்கள் முழுமையாக வடிவமைக்கப் பட்ட பின்னர், கட்டுமானத்தின் சுய எடை மீண்டும் கணக்கிடப்பட்டு அநுமானத்தில் ஊகிக்கப்பட்ட எடையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகிறது. கணக்கீடுகளில் எண்ணப்பட்ட பிணைப்புகளும் பயன்படுத்தப்பெறும் பிணைப்புகளும் ஒரே இயல்பு கொண்டவையா எனச் சோதிக்கப் படுகின்றன.

முழுக் கட்டுமானத்தின் நிலைப்பாடு அதன் பளுச் சேர்க்கையில் மோசமான நிலைக்காகச் சோதிக்கப்படுகிறது. இந்தச் சோதனைகளில் பெரும் வேறுபாடு தென்படின் முழுக்கணக்கீடு வரிசையும் மீண்டும் ஒரு முறை செய்யப்படு கிறது. எனவே, கட்டுமானக் கணக்கீடு, கட்டுமானங்களை அளவிடுதல், தவறுகளைத் திருத்துதல் என்று சுற்றிச் சுற்றி வரும் வகையிலேயே அமைகின்றன.

1.6 கட்டுமானக் கணக்கீடு விதி முறைகள்

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிற்கு முன்னர் கட்டுமானங் களின் அளவுகள் குத்துமதிப்பு, அநுபவம், இவற்றைக் கொண்டே நிருணயிக்கப்பட்டன. செங்கற்கள், கருங்கற்கள், மரம் இவை போன்ற கட்டுமானப் பொருள்களுக்கும், ஒரே மாதிரி வடிவம் கொண்ட கட்டுமானங்களுக்கும் அந்த விதி கள் போதுமானவை. கட்டுமானப் பொருள்களின் மேம்பாடு, இயக்கவியல் கணக்கீடு அறிவு இவை பெறப்பட்ட பின் அநுபவத்தால் அமைக்கப்படும் கட்டுமானங்களின் வடிவமும் அளவுகளும் மாறுபடலாயின. கட்டுமானக் கணக்கீடு அறிவியல் ரீதியில் அமையலாயிற்று.

பாதுகாப்பான கட்டுமானங்களைப் பெற நியதிகள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. இந்த நியதிகள் நிறுவனங்களுக்கு நிறுவனம் மாறுபட்டன. இந்த நியதிகளுக்குப் பொதுவான ஒரு நடைமுறையை ஏற்படுத்த இந்தியத் தர நிருணய நிறு வனம் அமைக்கப்பட்டது. பல்வேறு துறைகளில் தர நிருணய நிறுவனம் நடைமுறைகளைப் பரிந்துரைத்துள்ளது. அந்தப்

பரிந்துரைகள் இந்தியத்தர நிருணய நிறுவனத்தின் நடைமுறை ஏடுகளாக வெளியிடப்பட்டுள்ளன. இந்த ஏடுகள் அந்தந்தத் துறை வல்லுநர்களால் தீவிரமாக விவாதிக்கப்பட்டு முடிவு செய்யப்படுகின்றன. அறிவியல் வளர்ச்சி, பொறியியல் நுட்பம் இவை மேம்பட மேம்பட இந்த ஏடுகளில் திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டன. சில ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை இந்த நடைமுறை ஏடுகள் முற்றிலும் புதிப்பிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

கட்டுமான வடிவக் கணக்கீட்டிற்குப் பயன்பட்டு, இந்த நூல் பின்பற்றி அமைக்கப்பட்ட இந்தியத் தர நிருணய நிறுவன நடைமுறை ஏடுகளின் விவரங்கள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

875—1964	கட்டடக் காப்புக்கான கட்டுமான அமைப்பில் கையாள வேண்டிய நியதிகள்: பளுக்களின் தரம்
883—1970	கட்டடங்களில் பயன்பெறும் கட்டுமான மரங்களின் அளவுக் கணக்கீடு பற்றிய நியதிகள்
1905—1980	கட்டடக் காப்புக்காகக் கட்டுமான அமைப்பில் கையாள வேண்டிய நியதிகள்: கொத்து வேலைக்காரர்கள்
800—1984	பொதுக் கட்டட நிருமாணத்திற்குக் சட்டுமான இரும்பைப் பயன்படுத்துவதற்கான நியதிகள்
806—1968	பொதுக் கட்டட நிருமாணத்திற்கு இரும்புக் குழாய்களைப் பயன்படுத்துவதற்கான நியதிகள்
	இந்திய நாட்டின் கட்டடவியல் நியதிகள் 1970
	கொத்து வேலைக் கட்டடங்களுக்கான நியதிகள் பற்றி விளக்கம் தரும் கையேடு
	கட்டுமானக் கணக்கீட்டாளர்களுக்கான கையேடு 1. கட்டுமான இரும்புச் சட்டங்கள்

1.7 கணக்கீடு அளவு அலகுகள்

கட்டுமானங்களின் அளவுகள் மீட்டர் (m) அல்லது மில்லி மீட்டர் (mm) என்ற அலகுகளிலேயே குறிப்பிடப்படுகின்றன. வரைபடங்களில் மில்லிமீட்டர் அலகுகள் mm என்ற குறியீடு இல்லாமலேயே குறிக்கப்படலாம். வரைபடங்களில் மீட்டர் அலகுகள் m என்ற குறியீடு கொண்டோ, கீழ்க்காணும் வகையிலோ குறிப்பிடப்பட வேண்டும்.

6.256 அல்லது 6 256

பளுக்கள் நியூடன் (N) கிலோ நியூடன் (KN) என்ற அலகுகளால் கணக்கிடப்படுகின்றன. ஒரு கிலோ கிராம் விசை ஏறத்தாழ 10 நியூடன் விசைக்குச் சமமானது ஆகும். தகைவுகள், நியூடன்/சதுர மி. மீ. (N/mm^2) என்ற அலகுகளால் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

1.8 கட்டுமானப்பளு

கட்டுமானங்களின் மேல் சுமத்தப்படும் பளுவை அளவிடுவது அவ்வளவு எளிய காரியமன்று. பளுக்களின் அளவும் வகையும் கட்டுமான வடிவமைப்பு, கட்டடப் பொருள்கள், கட்டுமானம் நிறுவப்படும் இடம் இவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. பளுக்களின் அளவும் தன்மையும் நேரத்திற்கு நேரம் வேறுபடுகின்றன. ஆயினும் இயல்பான கட்டுமானங்கள் தாங்கும் பளு இயக்கமில்லாதவை என எண்ணி நிலைப் பளுவாகக் கருதலாம்.

ஒவ்வொரு கட்டடம் கட்டப்படும் பொழுதும் அதன் வெவ்வேறு தளங்கள், தாங்க வேண்டிய பளுக்களின் அளவு, அந்தத் தளத்தில் பணி புரியும் மக்களின் எண்ணிக்கை, பயன்படுத்தப்படும் இருக்கைகள், வேறு பொறிகள் இவற்றைப் பொறுத்து அமைகின்றன. இவ்வாறு ஒவ்வொரு கட்டடத்தின் தளத்திற்கும் பளுவைக் கணக்கிடுவது கடினமான செயல். எனவே, கட்டடங்களை வகைப்படுத்தி கட்டடத்தின் மேல் விழும் பளுவைத் தர நிருணய நிறுவன நியதிகள் இயம்புகின்றன.

1.8.1 சுயப்பளு

தவிர்க்க முடியாத கட்டுமானத்தின் சொந்த எடையும், நிலையாகப் பதிக்கப்பட்டுள்ள பொருள்களின் எடையும் சடப் பளு எனப்படும். கட்டுமான வடிவமைப்புக் கணக்கீட்டில் பளுவை மதிப்பிடக் கட்டுமானங்களின் அளவுகள் தெரிந் திருக்க வேண்டும். கணக்கீடு மூலம்தான் கட்டுமானத்தின் அளவுகள் காணப்பட வேண்டும். இந்தப் புதிரிலிருந்து விடுபடக் கணக்கிடுபவர் அநுபவத்தின் மூலம் ஓரளவு கட்டு மானத்தின் அளவுகளிலிருந்து கட்டுமானத்தின் சுயப் பளுவைக் கணக்கிடலாம்.

கட்டுமானத்தின் ஊகிக்கப்பட்ட அளவுகள், கட்டுமானப் பொருள்களின் எடை இவை கட்டுமானத்தின் சுய எடையைக் கணக்கிடப் போதுமானவை. சராசரியாகக் கற்காரை கன மீட்டருக்கு 25 கிலோ நீயூடன் எடை கொண்டது. செங்கல் கட்டுமான எடை, கன மீட்டருக்கு 20 கிலோ நீயூடன் எடை கொண்டது. வழக்கமான கட்டடங்களில் பயனுறும் சில பொருள்களின் எடைகள் அட்டவணையில் (9.1) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1.8.2 உயிர்ப்பளு

நகரக்கூடிய, நகர்த்தவல்ல பளுக்களை உயிர்ப்பளு எனக் கூறுகிறோம். மனிதர்கள், விலங்குகள், பொறிகள், மேசை, நாற்காலிகள்,நகர்த்தக்கூடிய தடுப்புச்சுவர்கள் ஆகிய இவற்றின் பளு உயிர்ப்பளுவில் அடங்கும்.

சராசரி உயிர்ப்பளுவை வெவ்வேறு வகைப்புள்ளி விவரங் களின்படி கணக்கிட்டு இந்தியத் தரநிருணய நிறுவனம் நியதி எண் 875-1964-இல் கூறியுள்ளது. கட்டடங்களின் தளங்களுக் கான உயிர்ப்பளுவின் அளவு அட்டவணையில் (எண். 1.1) காட்டப்பட்டுள்ளது. கூரைகளுக்கான உயிர்ப்பளு மற்றொரு அட்டவணையில் (1. 2) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.1

தளங்களுக்கான உயிர்ப்பளு

தளங்களின் வகை	குறைந்த உயிர்ப்பளு (KN/m^2)
வீடுகளின் தளங்கள், மருத்துவ மனைகள், விடுதிகள்	2.0
அலுவலகங்கள்	2.5 முதல் 4.0 வரை
வங்கிகள், அலுவலகங்களின் முகவறை	3.0
கடைகள், கல்லூரி, பள்ளி வகுப்புஅறைகள்	4.0
கிடங்குகள், பட்டறைகள், மக்கள் கூடும் தளங்கள்	5.0
கனமான பொருள்களுக்கான கிடங்குகள், புத்தகக் கடைத்தளங்கள், நூலகங்கள்	10.0
மாடி அறைகள், மாடிப்படிகள்	3.0
மேல் மாடங்கள்	3.0 முதல் 5.0 வரை

அட்டவணை எண் 1.2

கூரைகளுக்கான உயிர்ப்பளு

	கிடைத்தளத்தின் உயிர்ப்பளு KN/m^2
1. மேல்மாடித்தளம், சாய்கூரைகள் 10° சாய்மானம் வரை	
அ) மேலே செல்ல வழிவகை பெற்றவை	1.5
ஆ) வழி வகை பெறாதவை	0.75
2. சாய்மானம் 10° இற்கு மேற்பட்ட கூரைகள்	
அ) கூரை ஏடுகள், கூரை நெடும் சட்டங்கள்	0.75 இலிருந்து 10° இற்கு மேல் அதிகமுள்ள ஒவ்வொரு டிகிரி சாய்வுக்கும் 0.02 குறைத்துக் கொள்ளவும்.

ஆ) கூரை ஏடுகளைத்தாங்கும் தூலகக் கட்டுகளுக்கு	(அ) வில் கூறியதில் 2/3 பங்கு
இ) வளைவுக் கூரைகளுக்கு	$0.75—3.45^2$ (r = h/L) h : நடு உயரம் L : வளைவின் கிடை நாண் தூரம்

கைப்பிடிச்சுவருக்கான கிடைப்பளு

கைப்பிடிச் சுவர்களும், மச்சுப்படிகளின் கைப்பிடிச் சட்டமும், கம்புகளும் தாங்க வேண்டிய பக்கவாட்டுப் பளுவின் மதிப்பைக் கீழ்க்கண்டபடி எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

விவரம்	கிடைப்பளு KN/m^2
மாடிப்படி, முன்மாடச்சுவர்	
உள்	0.35
வெளி	0.75
கூரைகளின் கைப்பிடிச் சட்டங்கள்	0.75
மக்கள் கூடும் இடங்களுக்கான கைப்பிடிச் சுவர்கள்	2.25

அதிர்ச்சியும், அதிர்வும்

அதிர்ச்சியும், அதிர்வும் தரவல்ல உயிர்ப்பளுக்களைத் தாங்கும் கட்டுமானங்களின் உயிர்ப்பளுவைக் கீழ்க்கண்டவாறு அதிகமாக்கிக் கணக்கிட வேண்டும்.

கட்டுமானம்	அதிர்ச்சிக் கெழு
உயர்த்திகள், பாரந்தூக்கிகள்	100 விழுக்காடு
பாரந்தூக்கிகளைத் தாங்கும் அடித்தளங்கள்,	
கடைக்கால்கள், திண்டுகள்	40 விழுக்காடு
இலகு பொறிகள்	20 விழுக்காடு

1.8.3 காற்றுப்பளு

காற்றுப்பளுவானது காற்றின் வேகம், கட்டடத்தின் வடிவம், அதன் உயரம் அது அமைந்திருக்கும் இடம் ஆகிய வற்றைப் பொறுத்து இருக்கிறது. காற்றின் விசை அந்தச் சுற்றுப்புறத்தில் வீசும் காற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்து இருக்கிறது. காற்றின் வேகம், விசை இவற்றைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு இணைக்கிறது.

$$p = 0.06\ v^2$$

v : காற்றின் வேகம் (KM/Hour)
மணிக்குக் கிலோ மீட்டரில்

p : விசை — கிலோ நியூடனில் (KN/m^2)

அட்டவணை சில இடங்களின் காற்று விசையைக் குறிக்கிறது.

இடம்	**காற்று அழுத்தம்** (p) (KN/m^2)
கிழக்குக் கடற்கரை நகரங்கள்:	
சென்னை, பாண்டி, நாகப்பட்டினம்	2.0
மற்ற உள்நாட்டு நகரங்கள்:	
கோயம்புத்தூர், திருச்சி, மதுரை, பங்களுர்	1.0

இந்த அட்டவணையின் பளு 30 மீ. உயரமுள்ள தடுப்புகளுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். 10 மீ. உயரத்திற்கும் குறைவே உள்ள தடுப்புகளுக்கு, அட்டவணையில் உள்ள மதிப்பில் முக்கால் பங்கு எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

காற்றின் போக்குக்கு இடையூறு விளைக்கும் குத்துப் பரப்புத் தடுப்பின் பரப்பைக் காற்றின் விசையால் பெருக்கி, காற்றுப் பளுவின் விளைவைக் காணலாம். இந்த விசை தடுக்கும் பரப்பின் வடிவத்திற்கேற்ப ஒரு குணகத்தால் இந்த விசை பெருக்கப்பட்டுக் கட்டுமானத்திற்கான காற்றின் பளு நிருணயிக்கப்படுகிறது.

வடிவம்	வடிவக்குணகம்
வட்டம்	0.7
சதுரம் (காற்று மூலைவிட்டத்திற்கு இணையாக)	0.8
சதுரம் (காற்றுப் பக்கத்திற்கு இணையாக)	1.0

கட்டுமானம் தாங்கும் காற்றுப் பளு இருகூறுகளைக் கொண்டது. அவை கட்டுமானங்கள் தாங்கும் வெளிக் காற்றுப் பளு, உள்ளுறை காற்றுப் பளு.

20% சுவர்ப் பரப்புக்கு மேல் திறப்புகள் கொண்ட அதிகம் காற்றுப் பளு ஊடுருவும் கட்டடங்களுக்கான உள்ளுறை காற்றுப் பளு 0.5 × காற்று அழுத்தமாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

அதிகத் திறப்பில்லாத கட்டடங்களின் உள்ளுறை காற்றுப் பளு 0.2 × காற்று அழுத்தம் எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

வெளியே உள்ள காற்றின் பளு, கூரையின் சாய்வைப் பொறுத்ததாகும். காற்று அடிக்கும் பக்கத்தில் 30° இற்குக் குறைவாக, சாய்வு பெற்ற கூரைக்கு இந்தப் பளு தூக்குதல் விசையாக உள்ளது. 30° இற்கு மேல் சாய்வு உள்ள இந்தப் பக்கத்துக் கூரைகளைக் காற்று அழுத்துகிறது. கூரையின் மறு பக்கம் எந்தச் சாய்வுக்கும் காற்று கூரையைத் தூக்குவதற்கே முயல்கிறது. இந்த விவரங்கள் அட்டவணை 1.3-இல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

காற்று கூரையின் கோப்புக்குக் குத்தாக நெடும் பக்கம் அடிக்குமானால் கூரையின் இறுதிக்கு அருகில் உயரத்துக்குச் சமமான தொலைவு வரை — 0.6p என்ற அளவிலும் (தூக்கு விசையாகவும்) கூரையின் மற்ற பகுதிகளில் — 0.4p என்ற அளவிலும் (தூக்கு விசையாகவும்) காற்றின் பளு கணக்கிடப் படுகிறது.

கட்டடத்தின் காற்றுப்பளு, வெளி அழுத்தம், உள் அழுத்தம் ஆகிய இவற்றின் கூட்டாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

அட்டவணை 1.3

கூரைகளின் மேலுள்ள காற்றின் அழுத்தம் (கூரை விளிம்புக்குக் குத்தான காற்று)

எண்	சாய்வு (θ) (காற்றுப்பக்கம்)	வெளிக்காற்று அழுத்தம் காற்றுப்பக்கம்	மற்ற பக்கம்
1	0°	−1.00p	−0.50p
2	10°	−0.70p	−0.50p
3	20°	−0.40p	−0.50p
4	30°	−0.10p	−0.50p
5	40°	+0.30p	−0.50p

1.8.4 மண், நீர் — பளு

நிலத்தடியில் உள்ள கட்டுமானத்தின் பகுதிகள் மண்ணின் பக்க அழுத்தத்தைத் தாங்க வேண்டி இருக்கின்றன. இது ஒரு மீட்டர் ஆழத்திற்கு 16.0 KN என்ற அளவில் அதிகரிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக 3 மீட்டர் ஆழம் வரை கட்டப்பட உள்ள நிலவறையின் சுவர், அதன்கீழ் விளிம்பில் 48KN அழுத்தத்தையும் மேல்விளிம்பில் பூச்சியம். (0 அழுத்தத்தையும் தாங்க வேண்டி இருக்கும்.

ஒரு கட்டுமானம் முழுமையுமோ,ஒரு பகுதியோ நீரில் மூழ்கியிருந்தால் மீட்டருக்கு 10.0m என்ற வகையில் ஆழத்திற்குத் தக்க அழுத்தம் மாறுகிறது. முந்தைய எடுத்துக்காட்டில் நில, நீர் மட்டம் நில மட்டத்திற்குக் கீழ் 1.0m ஆழத்தில் இருந்தால் நிலவறையின் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பு 20 + 48 = 68 KN உந்து விசையைத் தாங்க வேண்டியிருக்கிறது.

வினாக்கள்:

1. கோயம்புத்தூரில் கட்டப்படவுள்ள ஒரு நான்கு மாடிக் கட்டடத்திற்கான வடிவக் கணிப்பில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டிய பளுக்களை துழுஎக.

2. ஒரு கட்டடத்தின் நிலவறையின் தளம் நிலமட்டத்திற்கு 3.6 மீட்டர் கீழே உள்ளது. நில, நீர்மட்டம் நிலப்பரப்பின் கீழ் 2.7 மீட்டர் கீழ் உள்ளதாகக் கணக்கிடப்பட்டது. நீர் மேல்தூக்கு விசையைச் சரியாகச் சமம் செய்ய உள்ள கற்காரைத் தளத்தின் கனத்தைக் கணக்கிடுக.

3. ஒரு துருத்து மாடத்தின் கற்காரைப் பலகை 100mm கன முடையது. இப்பலகை 300mm கனமுள்ள தாங்கு சுவரிலிருந்து 2m முன் நீட்டிக் கொண்டுள்ளது. இந்தப்பலகையில் சாரும் உயிர்ப்பளுவின் மதிப்பு 1 கிலோ நியூடன். பலகை இந்தப் பளுவில் சரியாமல் சமன்படுத்த வல்ல 300mm சுவரின் உயரத்தைக் கணக்கிடுக. கற்காரையின் அலகு எடை 25 KN/m^3 — செங்கல்லின் அலகு எடை 20 KN/m^3

4. கீழ் வரையப்பட்டுள்ள கட்டடம் மிதமான ஊடுருவல் கொண்டது. சென்னையில் கட்டப்படவுள்ளது. கட்டடத்தின் சுவர் மற்றும் கூரையின் மேல் விழும் காற்றுப்பளுவை மதிப்பிடுக.

2. கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்கள் (Masonry Structures)

தொன்று தொட்டுக் கட்டுமான அமைப்பு முறையில் தொடர்ந்து வருவது கொத்து வேலைக் கட்டுமான அமைப்பு. கற்கள், செங்கற்கள், காரைகள் ஆகியன பல்லாயிரக்கணக் கான ஆண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்படும் கட்டடப் பொருள் கள் ஆகும். சிமெண்டு கண்டுபிடிப்பு, சிமெண்டுக் காரைக்கு வழி வகுத்தது. கற்காரை (Concrete) இன்றைய கொத்து வேலைக்கு ஒரு முக்கிய அங்கமாகப் பயன்பட்டு வருகின்றது.

2.1 கொத்து வேலைப் பொருள்கள்

கொத்து வேலைக்கான அடிப்படைப் பொருள்கள் : இரண்டு— 1. கற்கள், 2. அவற்றைப் பிணைக்கும் காரை வகை (Type of mortar). கற்களில் சுடாத செங்கற்கள், சுட்ட செங்கற்கள், முருட்டுக் கற்கள் (Rubbles), படைக் கற்கள் (Coursed stones) ஆகியன அடங்கும்.

மண் சாந்து, சுண்ணாம்புக் காரை, சிமெண்டுக் காரை என்பன இணைக்கும் பொருள்களாகப் பயன்பட்டு வருகின்றன.

2.1.1 செங்கற்கள்

சுட்ட செங்கற்களால் கட்டப்பட்ட சீனப் பெருஞ்சுவரும், மொகஞ்சாதாரா, ஹரப்பா கட்டுமானங்களும், உரோமானியக் கட்டுமானங்களும் இந்தக் கட்டடப் பொருளின் சிறப்புக்கான சான்றுகள்.

நம் நாட்டில் இன்று பயன்படுத்தப்படும் செங்கற்கள் கையாலோ, எந்திரத்தாலோ செய்யப்படுபவை. காரையின் கனத்தை நீக்கிய இவற்றின் அளவுகள் 228 மி.மீ. × 110 மி.மீ. × 70 மி.மீ. ஆகும். தனிப்பட்ட சில வேலைகளைத் தவிர

பொதுவாகச் சுவர்களிலும் தூண்களிலும் செங்கற்கள் கிடையாகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே, சுவர்கள் மற்றும் தூண்களின் பருமன் செங்கல் அகலத்தின் மடங்காக 114 மி.மீ, 228 மி.மீ, 342 மி.மீ (4½" × 9" × 13½") என் அமைகிறது. மெட்ரிக் வகைச் செங்கற்களின் காரையுடன் சேர்ந்த அளவு 200mm × 100mm × 100mm) என நிருணயிக்கப்பட்டுள்ளது.

2.1.2 கற்கள்

பாறைகளிலிருந்து உடைத்துப்பெறும் கருங்கற்கள், வெங்கச் சங்கல், வெள்ளைக் கற்கள், சலவைக்கற்கள் கட்டுமானங்கள் அமைப்புக்குப் பலவகையில் பயன்படுகின்றன. நகாசு கொத்து வேலை, வரிசைக்கல் வேலை, முருட்டுக்கல் வேலை இவற்றிற்குக் கற்கள் அவற்றின் அமைப்பு, மேல் தோற்றம் ஆகியவற்றின் பொருட்டுத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

நகாசு வேலை

ஒவ்வொரு கல்லும் தேவையான அளவு உருவம் பெற, உளியால் செதுக்கப்பட்டுப் பிணைக்கப்படுகிறது. 3 மி. மீட்டருக்கு அதிகமான ஏற்றத் தாழ்வுகள் படுக்கையிலும் பக்கவாட்டு முகங்களிலும் இருப்பதில்லை. கோணங்கள், பக்கங்கள், விளிம்புகள் நேராக அமைகின்றன. பிணைக்கற்கள் 1.5 மீட்டர் முதல் 1. 8 மீட்டர் வரை தூரத்தில் அமைக்கப்படுகினறன. வழக்கமான படைகளில் அமைக்கப்படும் பொழுது கற்களின் உயரம் 300 மில்லி மீட்டருக்கு அதிகமாக இருப்பதில்லை. காரையின் கனம் 3 மில்லிமீட்டருக்கு மேல் இருப்பதில்லை.

வரிசைக்கல், முரட்டுக்கல் வேலை (Coursed rubble, random rubble)

முகப்புக்கல் செதுக்கப்பட்டதாகவும் கற்கள் ஓரளவு செவ்வகமாகவும் இருக்கின்றன. சுவரின் மத்தியில் தட்டைக்கற்கள் பதிக்கப்படுகின்றன. பிணைப்புக்கற்கள், 1.5 மீட்டர் முதல் 1.8 மீட்டர் இடைவெளியில் அமைக்கப்படுகின்றன. படைகளில் கற்களின் உயரம் 300 மில்லி மீட்டர் ஆகவும், நீளம் 450 மில்லி மீட்டராகவும் இருக்கின்றன. காரைக்கனம் 10 மில்லி மீட்டருக்கு

மேல் இருப்பதில்லை. கற்கட்டடங்களின் வலிமையை நிருணயிக்க, கற்களின் அமுக்கத் தாங்கு திறனை (Compressive strength) கருங்கற்கள் பழுப்புக்கல், வெங்கச்சங்கல், சுண்ணாம்புக் கல் (Granite, sand stone, lime stone) ஆகியவற்றிற்கு முறையே 100, 40, 30, 20 N/mm^2 என வரையறுத்திருக்கிறார்கள்.

2.1.3 கற்காரைக் கட்டைகள் (Concrete Blocks)

கற்காரைக் கட்டைகள், பளுதாங்கும் மற்றும் தடுப்புச் சுவர்கள் கட்டுமானத்திற்கான கொத்து வேலைகளில் தற்பொழுது பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக் கட்டைகள் கெட்டிகளாகவும் (Solid) இடை வெற்றிடக் கட்டைகளாகவும் (Hollow blocks) கிடைக்கின்றன. வெவ்வேறு அளவுகளில், வடிவங்களில், முகப்பூச்சுகளில் இவை கிடைத்தாலும் 400mm × 200mm × 200mm கொண்ட இடை வெற்றிடக்கட்டைகள் கொத்து வேலைக்குப் பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன. மேற்குறிப்பிட்ட கட்டைகளின் எடை ஏறத்தாழ 20 கிலோ கிராம் ஆகும். மேற்குறிப்பிட்ட கட்டைகள் மொத்தப்பரப்பில் சதுர மில்லிமீட்டருக்குக் குறைந்தது 3.5 N/mm^2 அமுக்கம் தாங்க வேண்டும். நீர் உறிஞ்சு தன்மை (Water absorption) 10 விழுக்காட்டுக்கு அதிகம் இருக்கக் கூடாது. இக் கற்காரை வெற்றிடைக் கட்டைகள் வெப்பக்காப்பு (Thermal insulation), ஒலிக்காப்பு (Sound insulation) ஆகியவற்றிற்கு மிகவும் சிறந்தவை.

2.1.4 காரைகள்

செங்கற்கள், கற்கள், கற்காரைக் (கான்கிரீட்) கட்டைகள் இவற்றைச் சேர்க்கும் பிணைப்புப் பொருள்களாகக் காரைகள் பயன்படுகின்றன.

கொத்து வேலைக்கான காரை வலிமை, பதம் (Workability (வேலை செய்வதற்கான சீர்மை), நீர்க்கோப்புத் தன்மை (Water retentivity) உலரும்போது மிகக் குறைந்த சுருக்கம் (Shrinkage) என்பவற்றைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். காரை குறுகிய காலத்தில் கெட்டிபெற்று, வேலை சீராக முன்னேற

வகையாக இருக்க வேண்டும். கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்கள் குறுகிய காலத்தில் பளுதாங்கும் வண்ணம், எளிதில் வலிமை பெற வேண்டும். நல்ல பதமுள்ள காரை, கொத்துக் கரண்டியைப் பற்றி நிற்க வேண்டும். படுகையில் சீராகப் பரவ வேண்டும். கல்லின் மேல் பரப்பப்படும்பொழுது நீரை இழந்து காரை விறைக்காமல் இருக்க வேண்டும். குழைத்து, கற்களின் மேல் சீராகப் பரப்பப் போதிய அவகாசம் பெற்றிருக்க வேண்டும். காரையின் நீர்க்கோப்புத்திறன் அது கற்களினூடே நல்ல பிணைப்பை ஏற்படுத்தி, வலிமையான கொத்து வேலைக் கட்டுமானம் உருவாக வழி வகுக்கிறது.

சிமெண்டு, சுண்ணாம்பு, மணல் ஆகியவை நன்கு கலக்கப்பட்ட கலவைகளே காரைகளாகும். சுண்ணாம்பு மட்டும் கலந்த காரை கெட்டிப்பட அதிகக் காலமாகிறது. எனவே, காரையின் வலிமைக்காகச் சுட்ட களிமன், பொடித்த சுக்கான் (Surki) சாம்பல் இவற்றை இக்காரையில் கலக்கலாம். குழைவிப்பான்கள் (Plastiziser) தனித்த சிமெண்டுக் காரையின் பதத்தை அதிகப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. பொதுவாகக் காரைகளை சிமெண்டுக் காரை, சுண்ணாம்புக் காரை, சிமெண்டு - சுண்ணாம்புக் காரை என வகைப்படுத்தலாம். இவ்வகைக் காரைகளின் குணநலன்களை இனிக் காண்போம்.

அ) சிமெண்டுக் காரை

சிமெண்டு, மணல் இவற்றின் விகிதம் 1:8 முதல் 1:3 வரை பெற்ற கலவைகள் இவை. காரையின் பதம் சிமெண்டின் அளவு அதிகப்படும் போது அதிகரிக்கிறது. 1:3 விகிதம் பெற்ற கலவைகள், அதிகச் சுருங்கல் தன்மை காரணமாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை; வலிமையும் அதிகரிப்பதில்லை, 1:6 விகிதத்திற்குக் குறைவாகச் சிமெண்டு பெற்ற கலவைகள், குறைந்த பதம் பெற்றுப் பகுதிப்பொருள்களின் பிரிப்புக்குக் காரணமாகின்றன. சிமெண்டுக் கலவைகள் சடுதியில் இறுகி விரைவில் வலிமை பெறுகின்றன. சிமெண்டு நீருடன் சேர்ந்து வேதியியல் மாற்றம் பெறுவதால் காரை இறுகி வலிமை பெறுகிறது. உயர் சிமெண்டுக் கலவைகள் நல்ல வலிமை பெற்றிருந்

தாலும், சுருங்குதல் காரணமாக விரிசல்களுக்கு ஆளாகின்றன. குறைந்த சிமெண்டுக் காரைகளில் மணல்களின் இடையே உள்ள புரைகள் (Voids) நிறைக்கப்படாமல், நீர்க் கசிவுக்கு (Permeability) அவை ஆளாகின்றன.

சுண்ணாம்புக் காரைகள்

சுண்ணாம்புச் சாந்து, மணல் ஆகியவற்றை ஒன்று சேர்த்து அரைத்துப் பெறப்பட்ட கலவையே இந்தக் காரை ஆகும். சுண்ணாம்பு, மணல் இவற்றின் விகிதம் 1:2, 1:3 என்ற வகையில் இருக்க வேண்டும். பொதுவாகச் சுண்ணாம்புக் காரைகள் மெதுவாக வலிமை பெறுகின்றன. அடர் சுண்ணாம்புக் காரைகள் (Fat lime mortar) ஈரமான சூழ்நிலையில் கெட்டிப் படுவதில்லை. அடர் சுண்ணாம்பைப் பயன்படுத்தும்பொழுது வலிமையை அதிகப்படுத்துவதற்காகச் சுட்ட களிமண் அல்லது சுக்கான் பொடியைச் (Surki) சேர்க்கலாம். பதம், சிறந்த நீர்க் கோப்புத்திறன், குறைந்த சுருங்குதல் இவை சுண்ணாம்புக் காரையின் சிறப்புக் குணங்களாகும். சுண்ணாம்புக் காரையில் கட்டப்பட்ட கட்டுமானங்கள் மழையில் அதிகம் பாதிக்கப் படாதவை; அதிகம் விரிசல் விடாதவை; ஆனால், சிமெண்டுக் காரைக் கட்டுமானங்களைவிட வலிமை குறைந்தவை.

சிமெண்டு — சுண்ணாம்புக் காரைகள்

சிமெண்டுக் காரை மற்றும் சுண்ணாம்புக் காரை இவற்றின் சிறந்த குணங்களை ஒருங்கே பெற்றது இவ்வகைக் காரை ஆகும். நடுத்தர வலிமை, சிறந்த பதம், சீரிய நீர்க் கோப்புத் திறன், விரிசல்கள் இல்லாமை, மழையை எதிர் கொள்ளும் திறன் ஆகியவற்றை இவை பெற்றுள்ளன. பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் சிமெண்டு, சுண்ணாம்பு, மணல் இவற்றின் விகிதங்கள் 1:1:6, 1:2:9, 1:3:12 ஆகும்.

காரைகளின் கலவை விகிதங்களும் அவற்றின் அழுக்கம் தாங்கும் திறனும் (Compressive strength) கீழ்க்கண்ட அட்டவணைப்படி அமைகின்றன. (அட்டவணை 2.1)

அட்டவணை 2.1

காரைகளின் கலவை விகிதங்களும் வலிமையும்

எண்	கலவை (கொள்ளளவில்) (Volume) சிமெண்டு	கண்ணாம்பு	மணல்	குறைந்த அழுக்க வலிமை N/mm^2	காரை வகை
1	1	0 முதல் 1/4C வரை	3	10	H1
2(a)	1	0	4	7.5	H2
2(b)	1	1/4C	4½	6	
3(a)	1	0	5	5	M1
3(b)	1	1C	6	3	
4(a)	1	2C	9	2	M2
4(b)	0	1A	2முதல்3வரை	2	
5(a)	1	0	8	0.7	L1
5(b)	1	3C	12	0.7	
6	0	1B அல்லது C	2முதல்3வரை	0.5	L2

A, B, C முறையே நீர்த்த சுண்ணாம்பு, பகுதி நீர்த்த சுண்ணாம்பு, அடர் சுண்ணாம்பு இவற்றைக் குறிக்கின்றன. H, M, L உயர், நடு, கீழ்த்தரக் காரைகளைக் குறிக்கின்றன.

2.2 அளவுக் கணக்கீடு கருத்துக்கள்

2.2.1 காரைத் தேர்ந்தெடுப்பு

(அ) கீழ்க்காணும் சூழ்நிலைகளில் சிமெண்டுக் காரை இன்றியமையாதது ஆகிறது.

1. விரைவில் காரைகள் கெட்டிப்படுவதற்கு
2. நாளடைவில் மிகவலிமை பெற்ற காரைகள் பெறுவதற்கு
3. ஈரச் சூழ்நிலையில் காரைகளைக்கொண்டு கட்டுவிப்பதற்கு
4. நீருடன் தொடர்பு கொண்ட அடித்தளங்களுக்கு உதவுவதற்கு.

(ஆ) தேவையில்லாமல் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் பலமான காரைகொண்ட கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களின் மாறுபட்ட நகர்வுகளுக்கு இசைந்து செல்லாமல், சில பெரிய விரிசல்கள் சுவரில் ஏற்படக் காரணமாகின்றன. பலமற்ற காரை இந்த நகர்வுகளுக்கு ஏற்ற வண்ணம் நெளிந்து விரிசல்களைச் சிறியதாகவும் பரவலாகவும் ஆக்குகிறது. இதே காரணத்தால் கொத்துவேலை அங்கங்கள் வெப்பத்தால் விரிவடைந்து ஏற்படும் தகைவுகள் பலமற்ற காரையில் குறைந்து காணப்படுகின்றன.

(இ) குறைந்த அளவு விகிதம் கொண்ட சிமெண்டுக் காரைகள் குறைந்த பதம் பெற்றவை. பலமுள்ள காரைகள் கட்டுமானங்களின் வலிமைக்காகத் தேவைப்பட்டால் காரைகளைச் சிமெண்டு, சுண்ணாம்புக் கலப்புக் கலவைகளாகப் பயன்படுத்துவது நலம்.

(ஈ) சுண்ணாம்பு சேர்க்கப்படாத காரைகளைவிட, சுண்ணாம்பு சேர்க்கப்பட்ட கலவை, கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களை அதிக வலிமையானதாக ஆக்குவதாகச் சோதனைகள் மூலம் கண்டிருக்கிறார்கள்.

செங்கல் கட்டடங்கள் அமுக்கப் பளு செயலாக்கும் குத்து விகு விசையால் (Direct tensile force) தூர் விடுகின்றன. ஆக, காரையின் பிணைப்பு வலிமை (Bond strength) அதன் அமுக்கந்தாங்கு வலிமையைவிட முக்கியமானதாகிறது. சுண்ணாம்புக் கலப்பு பெற்ற காரைகள் அதிகப் பிணைப்புத்திறன் பெற்ற வகைகளாகையால், இவ்வகைக் காரைகள் பெற்ற கட்டுமானங்களின் வலிமை அதிகப்படுகிறது.

அதிக வலிமைக்காகக் காரையின் உகந்த கலப்பு விகிதங்கள் அட்டவணையில் (எண் 2.2) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை எண் 2.2

கற்களின் வலிமைக்குகந்த காரை வகை

கற்களின் வலிமை	காரை வகை
5 இற்குக் கீழ்	M 2

5 முதல் 14.9 வரை	M 1
1.5 முதல் 24.9 வரை	H 2
25 இற்கு மேல்	H 1

2.3 சுவர்களின் பருமன்

கொத்துவேலைக் கட்டுமானத்தில் சுவரின் அளவுக் கணக்கீடு, அதன் பருமனை நிருணயிப்பதே ஆகும். பயன்படுத்தப் படும் கல்வகை, காரையின் தரம் இவற்றால் பெறப்படும் சுவரின் வலிமையைவிட, அது தாங்கும் பளு குறைவாக இருக்கிறதா என்பதே இந்தக் கணக்கீட்டின் முக்கியக் குறிக்கோள். முழுக் கல்சுவரின் கனம் 248 மி.மீ. (9") எனவும், அரைக்கல் சுவரின் கனம் 124 மி.மீ. ($4\frac{1}{2}$") எனவும், மற்றும் சுவரின் கனம் கற்களின் கனத்தைவிட $1\frac{1}{2}$ மடங்கு, இரண்டு மடங்கு எனவும் அமைகின்றது. மெட்ரிக் செங்கல் கட்டடத்தில் சுவரின் பருமன் பூச்சையும் சேர்த்து 100 மி.மீ. சுவரின் பருமன் செங்கல்லின் இந்த அளவின் மடங்காக உள்ளது. பூச்சுக் கனத்தைக் கழித்துவிட்டு, சுவரின்பருமனை 90 மி.மீ. 190மி.மீ, 290மி.மீ. எனக் கொள்ளலாம்.

எப்பொழுதும் வலிமைக்காக மட்டும் சுவரின் பருமன் கருதப்படுவது இல்லை. பல வேளைகளில் தீக்காப்பு, வெப்பக் காப்பு, ஒலிக்காப்பு, ஈரக்கசிவு, பொருண்மை (Density) இவற்றிற்காகவும் சுவரின் பருமன் அமைக்கப்படுவதும் உண்டு.

2.4 பக்க அணைப்பு (Lateral support)

சுவரை அல்லது தூணைச் சார்ந்து இருக்கும் குறுக்குச் சுவர்களும் தளங்களும் இருசெயல்களைச் செய்ய வல்லவை: (1) சுவரின், தூணின் ஒல்லித் தன்மையைக் (Slenderness ratio) குறைத்து அவை நெளிவதை (Buckle) தவிர்க்கின்றன. (2) கவரோ, தூணோ இடைவிசைகளால் விழாமல் காக்கின்றன. ஒரு சுவர் உயரவாக்கில் குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் தளங் களாலோ; பக்கவாட்டில் குறுக்குச் (Cross wall) சுவர்களாலோ

அணைத்துத் தாங்கப்படலாம். தூண்கள், உத்திரங்கள், விட்டங்கள் (Beams) அல்லது தூலக்கட்டுகளால் (Trusses) ஒரு திசையிலோ, இரு திசைகளிலோ அணைக்கப்படலாம். சுவர் அல்லது தூணில் பளுதாங்கும் திறன், குறுக்கு அணைப்பு களின் செயல்திறன் (Effectiveness), இடைவெளி ஆகிய வற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது.

2.4.1 சுவரின் பக்க அணைப்புகள்

இந்தப்பக்க அணைப்புகள் கீழ்க்காணும் தகுதிகள் பெற்றிருந்தால்தான் அவை பளுதாங்கும் சுவருக்குத் துணை புரிவதாகக் கருத முடியும்.

(1) சுவரின் ஒல்லிவிகிதம் அதன் பயனுறு உயரத்தைச் (Effective height) சார்ந்திருந்தால் தளங்கள் சுவரின் மேல் குறைந்தது 90மி.மீ. பரவித் தாங்கப்படவேண்டும்.

(2) சுவரின் ஒல்லிவிகிதம் அதன் பயனுறு நீளத்தைச் (Effectire length) சார்ந்திருந்தால்குறுக்குச் சுவரோ அணைப் புத் தூணோ தாங்கப்படும் சுவரின் பருமனில் பாதி அல்லது 90 மி.மீ. இவற்றில் அதிகமான அளவு பருமன் பெற்றிருக்க வேண்டும். அணைப்பு அமைப்புகளின் நீளம் தாங்கப்படும் சுவரின் உயரத்தில் ஆறில் ஒரு பங்கேனும் இருக்க வேண்டும் (படம் 2.1)

2. 4. 2 தூண்களின் அணைப்புகள்

கற்காரை, மரம், இரும்பு ஆகிய இந்தப்பொருள்களாலான உத்திரங்களைத் தூண்கள் தாங்கினால் அந்த உத்திரங்கள், தூண்கள் உத்திரத்தின் நீளவாக்கில் தூண்களைத் தாங்குவ தாகக் கருத முடியும். ஆனால், இத்திசைக்குக் குத்தான திசை யில் இந்த உத்திரங்கள் தூண்களை அணைப்பதாகக் கருத இயலாது.

தளத்தைத் தாங்கும் உத்திரம் ஒன்றைப் பெற்று நிற்கும் தூண், இரு திசைகளிலும் அணைக்கப்படுவதாகக் கருதப்பட வேண்டும்.

2.4.3 அணைப்புகளின் வலிமை

தளங்களும், குறுக்குச் சுவர்களும் பக்கவாட்டுப் பளுக் களைக் குறிப்பாகக் காற்று விசையையும், தூணின் குத்துப் பளுவின் 2.5 விழுக்காடு பக்க விசையையும் தாங்கும் வண்ணம் அமைக்கப்பட வேண்டும். குத்து விசையின் பகுதியை இவ்வாறு கிடை விசையாகக் கருதுவது கட்டுமானத்தின் உள் உறை நிலைபெறா விசைகளைக் (Internal unbalanced forces) காக்கவே எனலாம்.

2.5 பயன்படும் உயரம்

சுவர்களின் பயன்படும் உயரம் அட்டவணை 2.3-இல் கண்டபடி கணக்கிடப்பட வேண்டும் (படம் 2.2). தூண்கள் இரு அச்சுகளின் பேரிலும் நெளியலாம். எனவே, இரு திசை களிலும் பயன்படு உயரம் காணப்பட வேண்டும். பயன்படு உயரமானது சுவரோ, தூணோ நிலைகளில் (Supports) எவ்வாறு தாங்கப்படுகின்றன என்பதைப் பொறுத்து அமை கிறது.

2.5.1 சுவர்கள்

சுவர்களின் பயன்படு உயரம் அட்டவணை 2.3-இன்படி அமைகிறது.

அட்டவணை 2.3 பயன்படு உயரம்

எண்	தாங்கிகளின் நிலை	சுவர்	தூண்கள்
1.	முழுத் தேவையான பக்கத் தாங்கல் (Lateral support) திரும்புவதற்கு எதிரான முழு முட்டுகள் கீழும் மேலும். (உ.ம்) தளங்கள்	0.75	0.85
2.	முழுத்தேவையான பக்கத்தாங்கல், மேலோ, கீழோ பகுதி திருப்புதற்கு (Rotation) எதிரான மூட்டுகள் அடுத்த நுனியில் முழுத் தேவையான பக்கத் தாங்கல்		

	(உ.ம்) கற்காரைத் தளத்திற்கு மேலோ, கீழோ அமைந்துள்ள மரத்தளங்கள்	0.85	1.00
3.	ஒரு திசையில் முழுத்தேவைக்கான பக்கத் தாங்கல் — மேலும் கீழும் தளங்களால் சுவரின் நீளவாக்கில் அணைப்பு.	1.00	1.00
4.	கீழ் நுனியில் முழுப்பக்கத் தாங்கல் மற்றும் பகுதி திரும்புவதற்கு எதிரான முட்டு மேல் நுனியில் தாங்கலோ, திரும்புதற்கு எதிரான முட்டோ இல்லாமை	1.5	2.00
5.	மேல் நுனி வெறுமையாக நிற்கும் பளு தாங்காப் பகுதிகள்	2.0	2.00

'H' என்பது சுவர் அல்லது தூண்களின் உயரம், தளங்களின் இடைத்தூரம் அல்லது கடைக்காலின் மேல் நுனிக்கும் தளத்தின் மையத்திற்கும் இடையே உள்ள தூரம்.

எளிதாகச் சொன்னால் ஒரு சுவருக்கு மூன்று விதமான பக்கவாட்டுத் தாங்குதல் உண்டு.

(அ) அடியையோ, உச்சியையோ கிடையே நகராமல் பக்கவாட்டில் பிறழாமல் தாங்குதல்.

கற்காரைப் பலகைத் தளங்கள், முழுமையாகச் சுவரில் ஊன்றியுள்ள மரத்தளங்கள், சுவர்களின் அடித்தளக் கடைக்கால்கள் ஆகிய இவை இவ்வகைத் தாங்கிகளில் அடங்கும்.

(ஆ) பகுதித் தாங்குதல் கிடையே சுவர் நகராமல் தாங்கிச் சுவரின் மேல்பகுதி பிறழ்வதை அனுமதிக்கும் தாங்கும் உத்திகள்

சுவர்களால் தாங்கப்படாத மரத்தளங்கள்

(இ) சுவரின் மேல் நுனி நகருவதையும், பிறழ்வதையும் முழுவதும் அனுமதித்தல்.

இந்த மூன்று வகைகளுக்கும் பொருத்தமான பயன்படு உயரம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

(அ) முறையில் மேலும் கீழும் தாங்குதல் உத்திகள் பெற்ற சுவரின் பயன்படு உயரம் — 0. 75 H

(அ) முறை உத்தி ஒரு நுனியில் (ஆ) முறை உத்தி அடுத்த நுனியில், பெற்ற சுவரின் பயன்படு உயரம் — 0. 85 H

(ஆ) முறை உத்திகள் இரு நுனிகளிலும் பெற்ற சுவரின் பயன்படு உயரம் — 1. 5 H

(அ) முறை உத்தி அடி நுனியில் (இ) முறை உத்தி மேல் நுனியில் பெற்ற கவரின் பயன்படு உயரம் — 1.5 H

(ஆ) முறை உத்தி ஒரு நுனியில், (இ) முறை அடுத்த நுனியில் பெற்ற சுவரின் பயன்படு உயரம் — 2 H

H : அட்டவணை 2.3 இல் குறிப்பிட்ட உயரம்

2.5.2 தூண்களின் பயன்படு உயரம்

ஒரு தூண் அதன் அடிப்பகுதியில் நகராமலும் பிறழாமலும காக்கப்பட வேண்டும். மேல்நுனி இரு திசைகளிலோ, ஒரு திசையிலோ முழுமையாகத் தாங்கப்படலாம். அவ்வாறு தாங்கப்படும் திசையில் தூணின் பயன்படு உயரம்.

$$h = H$$

ஒரு திசையில் தாங்கப்பட்டு மற்ற திசையில் முழுமையாகச் சுயேச்சையுடன் செயல்படும் மேல்நுனி கொண்ட தூணின் சுயேச்சைப் பக்கத்திற்கான பயன்படு உயரம்

$$h = 2H$$

எனக் கருதப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக ஓர் உத்திரத்தை ஒரு திசையில் தாங்கும் தூணைக் குறிப்பிடலாம்.

படம் 2. 3 தூணின் பல்வேறு வகைப் பயன்படு உயரக் கணக்கிடுதலைக் காட்டுகிறது.

2. 6 சுவரில் உள்ள திறப்புகள் (Openings)

இரு திறப்புகளுக்கு இடையே உள்ள சுவரை ஒரு தூணாகப் பாவித்து, அந்தத் தூணின் பயன்படு உயரம் 1.5 மடங்கு உயரமான திறப்பின் உயரமாகவோ, சுவரின் குறைந்த பயன்படு உயரமாகவோ எண்ணிச் சுவரின் பயன்படு உயரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

2.7 பயன்படு நீளம்

சுவர்கள் குத்தாக நிறுத்தப்பட்ட பலகைகள் போல் பளுக் களைத் தாங்குகின்றன. எனவே, பளுதாங்கும் திறன், நீளத்தைப் பொறுத்தும் அமைகிறது. சுவர்களின் குத்தான விளிம்புகள் தாங்கப் பெறும் தன்மையைப் பொறுத்து, சுவரின் பளுதாங்கும் வலிமை அமைகின்றது. விளிம்புகளுக்கு முழுமை யான தாங்குதல் கிடைக்க வேண்டுமானால் எந்தத் திறப்பும் H/8 அளவுக்கு அருகில் இருக்கக் கூடாது திறப்புகள் மேல் குறிப்பிட்ட தூரத்துக்கு அருகில் இருந்தாலோ, அவை மிக அதிகமான அளவில் இருந்தாலோ அவற்றுக்கு அருகில் உள்ள சுவரின் விளிம்பு, முழுமையான தடையில்லா விளிம்பாகக் கருதப்படவேண்டும். விளிம்புகள், திறப்புகள் ஆகியவற்றின் நிலை பொறுத்துப் பயன்படு நீளம் படத்தின் படி (எண் 2.4) கணக்கிடப்படவேண்டும்.

முதல் வகை:

இரு விளிம்புகளிலும் தொடரும் சுவர்; குறுக்குச் சுவரின் பருமன் முக்கியச் சுவரின் மொத்தப்பருமனில் பாதி, குறுக்குச் சுவரின் நீளம், உயரத்தின் ஆறில் ஒரு பங்குக்குக் குறைவான தல்ல. திறப்புகள் H/8 என்ற தூரத்திற்கு அருகில் இல்லை. (படம் 2.4 அ)

இரண்டாம் வகை:

முதல்வகையில் குறிப்பிட்ட விவரங்கள்; ஆனால் சுவரின் ஒரு விளிம்பு தொடர்வதில்லை. (படம் 2.4 ஆ)

மூன்றாம் வகை:

முதல்வகையில் குறிப்பிட்டபடி; ஆயினும், இரு விளிம்பு களும் தொடர்வதில்லை. (படம் 2.4 இ)

நான்காம் வகை:

சுவரின் ஒரு விளிம்பு சுயேச்சையானது. அடுத்த விளிம்பு குறுக்குச் சுவரால் தாங்கப்பட்டுத் தொடர்கிறது. குறுக்குச் சுவருக்கு (H/8) அருகில் திறப்புகள் இல்லை. (படம் 2.4 ஈ)

ஐந்தாம் வகை:

அமைப்பு நான்கு போன்றதே. ஆனால், குறுக்குச்சுவருக்கு அருகில் (H/8) திறப்புகள் உண்டு. (படம் 2.4 உ)

ஆறாம் வகை:

குறுக்குச் சுவருக்கு வெகு அருகில் உள்ள திறப்பு. (படம் 2.4 ஊ)

ஏழாம் வகை:

இடைச் சுவரின் நீளம், குறுக்குச் சுவருக்கு வெகு அருகில் உள்ள (H/8) திறப்புகளுக்கு இடையே அமைந்துள்ளது. (படம் 2.4 எ)

2.8 பயன்படு பருமன்

ஒரு தூண் இரண்டு கிடை அச்சுகளில் ஏதாவதொன்றைச் சுற்றி நெளியலாம்; இரண்டு அச்சுகளையும் சார்ந்து ஒல்லித் தன்மை விகிதம் கணக்கிடப்பட்டு அவற்றில் எது அதிகமோ, அந்த அச்சைச் சுற்றித் தூணின் நெளிதல் (Buckling) நிகழ்வ தாகக் கருதப்படுகிறது. எனவே, அந்த அச்சைச் சார்ந்த பருமன் குறிப்பானதாகிறது.

சந்துச் சுவர்களில் (Cavity walls)மேல் கொண்ட சோதனை ஆய்வுகள், அச்சுவர்களின் பளு தாங்கும் திறன் கெட்டிச் சுவர்களின் திறனில் 30 விழுக்காட்டுக்குக் குறைவு என இயம்பி யுள்ளன. எனவே, இடைச்சந்துகொண்ட சுவர்களின் பயன்படு பருமனைக் கணிக்கும்பொழுது, இரண்டு இழைகளின் (Leaves)

மொத்தப் பருமனில் மூன்றில் இரண்டு மடங்கு பயன்படு பருமனாகக் கருதப்படுகிறது. இடைச் சந்துச் சுவர்களில் ஓர் இழை மட்டும் பளுதாங்கினால், அந்த இழையின் பருமனை பயன்படு பருமனாகக் கொள்ள வேண்டும்.

கெட்டியான சுவர்கள், குறுக்குச் சுவர் அல்லது தாங்கு சுவர்களால் அணைககப்பட்டுத் தாங்கப்பட்டிருந்தால் சுவர் பலப்படுத்தப்பட்டு அதிகப் பளு தாங்க வல்லது. உரிய அணைப்புகள் பெற்ற சுவர்களின் பருமன் ஓர் உறுதிப்படுத்தும் குணகத்தால் பெருக்கப்படுகிறது. இந்தக் குணகங்கள் அட்டவணை 2.4-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 2.4

அணைக்கப்பட்ட சுவரை உறுதிப்படுத்தும் குணகங்கள்

எண்	விகிதம் $\frac{Sp}{Wp}$	உறுதிப்படுத்தும் குணகங்கள் $\frac{tp}{tw} = 1$	$\frac{tp}{tw} = 2$	$\frac{tp}{tw} = 3$ அல்லது அதிகம்
1	6	1.0	1.4	2.0
2	8	1.0	1.3	1.7
3	10	1.0	1.2	1.4
4	15	1.0	1.1	1.2
5	20, அதிகமான	1.0	1.0	1.0

sp: தாங்கும் தூண், குறுக்குச் சுவர் இவற்றிற்கிடையே உள்ள இடைவெளி

tp: தூண்களின் பருமன் (படம். 2.5)

tw: சுவரின் பருமன் (படம். 2.5)

wp: தாங்கும் தூணின் அகலம் அல்லது குறுக்குச் சுவரின் பருமன்

2.9 ஒல்லி விகிதம்

2.9.1 சுவர்கள்

தளங்களாலும், கூரைகளாலும் மற்றும் குறுக்குச் சுவர்கள், தூண்கள் ஆகியவற்றில் சுவர்களின் நெளிதல் காக்கப் படுகிறது. எனவே, ஒல்லி விகிதம் சுவரின் நீளத்தைச் சார்ந்தும், சுவரின் உயரத்தைச் சார்ந்தும் கணக்கிடப்பட்டு, இவற்றில் எது குறைவோ அது சுவரின் அனுமதிக்க வேண்டிய தகைவை (Permissible stress) நிருணயிக்கப் பயன்படுத்தப்படு கிறது.

தூண்களின் இரு அச்சுக்களைச் சார்ந்தும் ஒல்லி விகிதம் கணக்கிடப்பட்டு இவற்றில் எது அதிகமோ, அது அனுமதிக்க வேண்டிய தகைவை நிருணயிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2.9.2 உச்ச ஒல்லித்தன்மை விகிதம் (Maximum slenderness ratio)

பளுதாங்கும் சுவர்கள்

ஒரு கொத்து வேலை கட்டுமானப் பகுதியின் பளுதாங்கும் திறன் அதன் ஒல்லித்தன்மை விகிதத்தைப் பொறுத்தது எனக் கண்டோம். இந்த விகிதம் அதிகரிக்கும்பொழுது சுவரின் உறுதியும், நிலைத்தன்மையும், வெகுவாகக் குறைகின்றன. சுவர் நெளிந்து வளைகிறது. இவ்வளைவால் சுவரின் ஒரு பக்கம் படத்தில் கண்டபடி அதிகத் தகைவைத் தாங்க வேண்டிய நிலைக்கு ஆளாகிறது. எனவே, சுவர் சிதையத் தொடங்கு கிறது.

உயரம் பருமன் விகிதம் 4-இற்குக் குறைந்த கட்டுமானங்கள் நேரடி அமுக்க விசையால் சிதைக்கின்றன. நிலைப்பாடு குலைந்து, வளைவால் கட்டுமானப் பகுதி சிதையா வண்ணம் சுவர்களைக் காக்க அதிகப்பட்ட ஒல்லி விகிதம் வரையறுக்கப் பட்டுள்ளது.

வரையறுக்கப்பட்ட உயர, பருமன் விகிதங்கள் பலம் குறைந்த சுண்ணாம்புக் காரைக்கு வேறாகவும், சிமெண்டுக் காரைக்கு வேறாகவும் அமைகின்றன. இந்த விகிதங்கள் அட்டவணை எண் 2.5-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை எண் 2.5

பளு தாங்கும் சுவர்களுக்கான அதிகப்பட்ட ஒல்லி விகிதங்கள்

	அதிகப்பட்ட ஒல்லி விகிதங்கள்	
	சிமெண்டுக் கலவை	சுண்ணாம்புக் கலவை
(1) ஒரு மேல் தளம் பெற்ற கட்டடங்கள்	27	20
(2) இரண்டும் அதற்கும் அதிகமான மேல்தளம் பெற்ற கட்டடங்கள்	27	13
(3) கைப்பிடிச் சுவர்களுக்கு	30	30

2.10 கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களின் அளவுக் கணக்கீடு

கட்டுமானங்கள் கீழ்க்காணும் பளுக்களைத் தாங்கும் வண்ணம் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

(1) சுவர்கள், தூண்கள், தளங்கள். கூரை இவற்றிற்கான சுய பளு

(2) தளங்கள், கூரைகள், மேலுள்ள உயிர்ப்பளு

(3) சுவர்கள், கூரைகள் இவற்றின் மேல் வீசும் காற்றுப் பளு

(4) பூகம்பத்தினால் நிகழும் பளுக்கள்

அனுமதிக்கப்பட வேண்டிய தகைவு

கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களில் அனுமதிக்கப்பட வேண்டிய அமுக்கத் தகைவு கீழ்க்காணும் காரணிகளைச் சார்ந்து இருக்கிறது.

(அ) கற்களின் வகையும் வலிமையும்
(ஆ) காரைக் கலவை
} அடிப்படை அமுக்கத் தகைவு (Basic compressive stress)

(இ) கொத்து வேலைக் கட்டுமானத்தின் ஒல்லி விகிதம்

(ஈ) கற்களின் வடிவமும் பருமனும்

(உ) கொத்து வேலைக் கட்டுமானத்தின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு

(ஊ) சுவரின் அளவும் இடமும்

(எ) பளுக்களின் மையப் பெயர்வு (Eccentricity of loads)

2.11 அடிப்படை அழுக்கத் தகைவு

கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களின் அடிப்படை அமுக்கத் தகைவைக் கட்டடத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கற்களும் காரைகளும் நிருணயிக்கின்றன. கீழ்க்கண்ட அட்டவணைப படி (எண். 2.6) அமுக்கத் தகைவு அமைகிறது.

அட்டவணை எண். 2.6

கொத்து வேலையின் வலிமை (N/mm²)

காரை வகை	கல்லின் நசுங்கு திறன் (N/mm²) 3.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	25.0
H 1	0.35	0.50	0.75	1.00	1.16	1.31	1.45	1.59	1.91
H 2	0.35	0.50	0.74	0.96	1.09	1.19	1.30	1.41	1.62
M 1	0.35	0.50	0.74	0.96	1.06	1.13	1.20	1.27	1.47
M 2	0.35	0.44	0.59	0.81	0.94	1.03	1.10	1.17	1.34
L 1	0.25	0.36	0.53	0.67	0.76	0.83	0.90	0.97	1.11
L 2	0.25	0.31	0.42	0.53	0.58	0.61	0.65	0.69	0.73

குறிப்புகள்

(1) மேற்கண்ட அட்டவணை ஒல்லி விகிதம் 6 வரையும், மையப் பெயர்வற்ற பளுக்கள் பெற்ற கட்டுமானங் களுக்கும் பயன்படும்.

(2) நன்கு ஆற்றப்பட்ட (Cured) காரைகளுக்கு மட்டுமே இந்த வலிமைகள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

2.10.2 ஒல்லி விகிதத்தின் செயல்பாடு (Effect of slenderness ratio)

ஒல்லி விகிதத்திற்குத் தக்க வண்ணம் மையப் பெயர்வற்ற அங்கங்களுக்கான தகைவுகள் மாறுபடுகின்றன. அடிப்படை அமுக்கத் தகைவை அட்டவணையில் (2.7) கண்ட உரிய ஒல்லி விகிதத்திற்கான தகைவுக் குணகத்தால் (Ks) பெருக்கி அனுமதிக்கப்படும் தகைவுகளை அறியலாம்.

2.10.3 மையப் பெயர்வு விசைகளும் பக்கவாட்டு விசைகளும்

மையப் பெயர்வுப் பளுக்களும் பக்கவாட்டு விசைகளும் அச்சுத் தகைவு தவிர வளைப்புத் தகைவையும் (Bending stress) கட்டுமான அங்கங்களில் ஏற்படுத்துகின்றன. தகைவின் மறு பங்குபாடு (Redistribution) நிகழ்வதை முன்னிட்டு 25 விழுக்காடு வரை அதிகத் தகைவைக் கட்டுமானங்களுக்கு அனுமதிக்கலாம்.

மையப் பெயர்வு கொண்ட பளுக்கள்

மையப் பெயர்வு கொண்ட பளுக்களைத் தாங்கும் சுவர்கள் அல்லது தூண்களுக்கான அனுமதிக்கப்படவேண்டிய தகைவுகள் கீழ்க்காணும்படி கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

(1) மையப் பெயர்வு/பருமன் விகிதம் (e/t) 1/24-இற்குக் குறைவாக இருந்தால், வளைப்பின் விளைவுகள், முழுமையாகப் புறக்கணிக்கப்பட்டு சுவர் அல்லது தூண் மையப் பெயர்வற்றவை போன்றே கருதப்படவேண்டும்.

(2) e/t-இன் விகிதம் 1/24-இற்கும் 1/6-இற்கும் இடையே இருந்தால் வளைப்பால் விளையும் தகைவுகள், நேரடிக் குத்துத் தகைவுகள் இவற்றின் கூடுதல், அட்டவணை 2.7-இல் கண்ட தகைவுக் குணகத்தால் பெருக்கிப் பெறப்பட்ட, அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவின் 1.25 மடங்காக இருக்கலாம். தகைவுக் குணகம் ஒல்லி விகிதம், மையப் பெயர்வு விகிதம் இவற்றிற்காகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

(3) மையப் பெயர்வு விகிதம் (e/t), 1/6 என்ற அளவுக்கு மிஞ்சுமானால், அங்கத்தின் ஒரு பகுதி இழுப்புக்கு ஆளாக்கப்

பட்டு விரிசல் கண்டு செயலிழந்து, செயல்படும் பருமனின் அளவு குறைந்துவிடுகிறது. வளைப்பு மற்றும் குத்துப்பளு இவற்றின் தகைவுகளின் கூட்டு அட்டவணை 2.7-இலிருந்து கணக்கிடபட்ட, அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவின் 1.25 மடங்காக இருக்கலாம். ஆனால், தகைவைக் கணக்கிட செயல்படு பருமனாக $3\left[\frac{t}{2} - e\right]$ என்ற அளவையே பயன்படுத்த வேண்டும். (படம். 2.6). மையப் பெயர்வுக்கேற்ற தகைவுச் செறிவு வேறுபாட்டைப் படம் 2.6 காட்டுகிறது.

அட்டவணை 2.7

குணகம் Ks

ஒல்லி விகிதம்	பளுவின் (மையப்பெயர்வு/சுவரின் பருமன்) விகிதம் 0	0.04	0.1	0.2	0.3	0.33	0.50
6	1.000	1.000	1.000	0.996	0.984	0.980	0.970
8	0.920	0.920	0.920	0.910	0.880	0.870	0.850
10	0.840	0.835	0.830	0.810	0.770	0.760	0.730
12	0.760	0.750	0.740	0.706	0.664	0.650	0.600
14	0.670	0.660	0.640	0.604	0.556	0.540	0.480
16	0.580	0.565	0.545	0.500	0.440	0.420	0.350
18	0.500	0.480	0.450	0.396	0.324	0.300	0.230
21	0.470	0.448	0.420	0.354	0.276	0.250	0.170
24	0.440	0.415	0.380	0.310	0.220	0.190	0.110

2.10.4 கற்களின் பருமன், வடிவத்திற்கான குணகம்

அட்டவணையில் (எண் 2.6) கொடுக்கப்பட்டுள்ள அடிப்படை அமுக்கத் தகைவுகள் சாதாரண செங்கற்களுக்கே பொருத்தமானவை. அதிகப் பருமன் கொண்ட கற்களாலான கொத்து வேலைச் சுவர்கள் குறைந்த அளவு காரை வரிகளையே பெறுகின்றன. எனவே, கட்டுமானம் அதிக வலிமைபெற

வாய்ப்புள்ளது. பயன்படுத்தப்படும் கல்லின் பருமனுக்கும், சாதாரண செங்கல்லின் பருமனுக்கும் இடையே கணக்கிடப் படும் விகிதம் பருமன் விகிதம் எனப்படுகிறது. கற்களின் பருமன் விகிதத்திற்கேற்ப ஒரு தகைவு மாற்றுக் குணகம் Kp பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் விவரங்களை அட்டவணை (எண் 2.8) இல் காணலாம்.

அட்டவணை எண் 2.8

கற்களின் வடிவத்திற்கான மாறுபாட்டுக் குணகம் (Kp)

பருமன் விகிதம்	வடிவ மாறுபாட்டுக் குணகம் கற்களின் நசுங்கு திறன் (N/mm^2) (Crushing strength) 5.0	7.5	10.0	15.0
0.75 வரை	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.2	1.1	1.1	1.0
1.5	1.5	1.3	1.2	1.1
2 முதல் 4	1.8	1.5	1.3	1.2

2 10.5 பரப்பிற்கான மாறுபாட்டுக் குணகம் (Ka)

வேலைத்திறன், பொருள்களின் தரம் ஆகியவற்றில் காணப் படும் குறைபாடுகள் அதிகப் பரப்பிலான கொத்து வேலைக் கட்டுமானங்களைவிட குறைநத பரப்புள்ள கட்டுமானங் களையே அதிகம் பாதிக்கின்றன. கொத்துவேலை அங்கத்தின் பரப்பு 0 2 சதுர மீட்டருக்குக் குறைந்திருந்தால் அடிப்படை அமுக்கத் தகைவு பரப்புக் குணகம் Ka = 0.70 + 1.5A, (A = அங்கத்தின் கிடை பரப்பு) கொண்டு பெருக்கப்பட வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 2.1

ஒரு செங்கல் தூணைப்பற்றிய விவரங்கள் கீழ்க்கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. அதன் பளுதாங்கும் திறனைக் கணக்கிடுக.

சுவரின் தடிமன் — 335 மி. மீ.
செங்கல்லின் பருமன் (t) — 70 மி.மீ.
கல்லின் நசுங்கு திறன் — 3.5 N/mm^2
மையப் பெயர்வு — 0
சுவரின் உயரம் — 3.5 m
காரை — M1

ஒரு மீட்டர் நீளமான சுவரை எடுத்துக்கொள்வோம்.

சுவரின் பரப்பு — 335 × 1000
— 3.35×10^5 ச.மி.மீ.

சுவரின் பளுதாங்கு திறன். = Kp × Ka × Ks × f × A

Kp — கல்லின் பருமனுக்கான குணகம்
Ka — தூணின் பரப்பிற்கான குணகம்
Ks — தகைவுக் குணகம்
(ஒல்லி விகிதத்தையும், மையப் பெயர்ப்பையும் பொறுத்தது)

f — கட்டுமானத்தின் தாங்கு திறன் — காரை வகையும் கல்லின் பளுதாங்கு திறனையும் பொறுத்தது.

(1) **Kp கணக்கீடு**

பயன்படுத்தப்படும் கல்லின் பருமன் = 70 mm
சாதாரண கல்லின் பருமன் = 100 mm

விகிதம் : $\frac{70}{100} = 0.70$

கல்லின் நசுங்கு திறன் : 3.5 N/mm^2

குணகம் Kp
(அட்டவணை 2.8-இன் படி) = 1.0

(2) **Ks கணக்கீடு**

உயரம் h : 3.5m

பயன்படுஉயரமா அல்லது சாதாரண உயரமா எனக் கொடுக்கப்

படவில்லை. ஆதலால், பயன்படு உயரம் கொடுக்கப்பட்டதாக எண்ணுவோம்.

சுவரின் தடிமன் (t) : 335mm

ஒல்லிவிகிதம் (SR) $\frac{\text{பயன்படு உயரம்}}{\text{சுவரின் தடிமன்}} \frac{h}{t} = \frac{3.5 \times 10000}{335}$

$= 18.42$

மையப் பெயர்வு = 0

அட்டவணை 2.11-இல் இருந்து குணகம் — Ks

ஒல்லி விகிதம் (SR)		Ks
18		0.500
21		0.470
18.42	$0.500 - \frac{0.500-0.470}{3} \times 0.42$	
	$= 0.496$	

பயன்படுத்தப்படும் தகைவு (f)

பயன்படுத்தப்படும் காரை

சிமெண்டுக் காரை 1:5

அட்டவணை 1-இன்படி இக்காரை 'M2' வகையைச் சார்ந்தது.

கல்லின் வலிமை : 3.5 N/mm^2

'M2' காரை 3.5 N/mm^2 கல்லுக்காகப் பயன்படுத்த வேண்டிய தகைவு

(அட்டவணை 2.9-இன்படி) : 0.35 N/mm^2

சுவரின் பளு தாங்கு திறன்

$$P = Kt \times Ka \times Ks \times f \times A$$

$$= 1.0 \times 1.0 \times 0.496 \times 0.35 \times 3.35 \times 10^5$$

$$= 58156 \text{ N (or) } 58.156 \text{ KN}$$

எடுத்துக்காட்டு 2.2

ஒரு கொத்து வேலை 20 mm பருமனுள்ள சுவர்

பளு $W1 = 40$ KN/m என்ற அளவுள்ள மையப் பளுவை யும் $W2 = 30$KN/m என்ற 47.5 mm மையப்பெயர்வு கொண்ட தளப்பளுவையும் தாங்குகிறது. தூணின் மையத்தி லிருந்து சமமான மையப் பெயர்வைக் கணக்கிட்டு சுவரின் மேலுள்ள தகைவையும் கணக்கிடுக. (படம் 2.7). சுவரின் மையத்திற்கான திருப்பு விசையைக் கணக்கிட்டால்

$$W1 \times O + W2 \times 47.5 = W \times \ddot{e}$$

$$30 \times 4.75 = (40 + 30)\ddot{e}$$

$$\ddot{e} = 20.4 \text{ mm}$$

சமனான மையப் பெயர்வு விகிதம் ; $\frac{\ddot{e}}{t} = \frac{20.4}{190} = 1.1$

மையப் பெயர்வு விகிதம் $\frac{1}{6}$ (= 0.167) இற்கு உள்ளிட்டது

சுவரின் தகைவு = மையத் தகைவு $\pm$ வளைத்தகைவு

$$= \frac{W}{bd} \pm \frac{W\ddot{e} \times 6}{bd^2}$$

$$b = 1000\text{mm}$$

$$d = 190\text{mm}$$

$$W = 70 \text{ KN}$$

சுவரின் மேலுள்ள தகைவு $= \frac{70 \times 10^3}{190 \times 1000} \pm \frac{7000 \times 20.4 \times 6}{1000 \times (190)^2}$

$$= 0.368 \pm 0.237$$

$$= 0.605,\ 0.131 \text{ N/mm}^2$$

இரண்டு தகைவுகளும் அமுக்கத்தை ஏற்படுத்துபவை. இந்தத் தகைவுகள் படத்தில் (படம் 2.8) குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு 2.3

ஓர் அறையின் 200 mm பருமனுள்ள செங்கற்சுவர் மேலும் கீழும் கற்காரைத் தளங்களைப் பெற்றுள்ளது. தளங்களின் பருமன் 120mm. ஒரு மாடியின் உயரம் 3.0m சுவர் 108KN/m என்ற பளுவைத் தாங்க வேண்டியிருந்தால் தேவையான செங்கற்கள், கலவை இவற்றை நிருணயிக்க.

குறுக்குச் சுவர்களுக்கு இடையே சுவரின் நீளம் 4m குறுக்குச் சுவரிலிருந்து H/8 என்ற அளவுக்கு அருகில் திறப்புகள் இல்லை.

விடை:

கற்காரைத் தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட சுவருக்கான செயல்படும் உயரம் h = 0.75H

= 0.75 (நிகர உயரம் + தளப் பருமன்)

= 0.75 (3 + 0.12)

= 2.34 m

200 mm சுவரின் செயல்படு தடிமன் t : 190 mm : 0.19 m

$$\text{ஒல்லி விகிதம் SR} = \frac{h}{t} = \frac{2.34}{0.19} = 12.3$$

செயல்படு நீளம் 1 = L = 4m

செயல்படு உயரம், செயல்படு நீளத்தைவிடக் குறைவான படியால், உயரம் கணக்கீட்டிற்குப் பொருத்தமானதாகிறது.

அட்டவணையிலிருந்து (எண் 2.7)

$$Ks = 0.76 - \frac{0.09 \times 0.3}{2}$$

$$= 0.75$$

$$\text{சுவருக்கான அழுக்கம்} = \frac{100 \times 10^3}{190 \times 1000} = 0.526 \text{N/mm}^2$$

கொத்து வேலைக்கான உரிய தகைவு (Ks = 0.75) :

$$\frac{0.568}{0.75} = 0.70 \text{ N/mm}^2$$

அட்டவணையில் (எண். 2.6) கண்டபடி 7.5 N/mm^2

அழுக்கத் தகைவு பெற்ற செங்கற்களையும், M1

அதாவது 1:5 (சிமெண்டு/மணல்) கலவையையும் தேர்ந்தெடுக்கலாம்.

அடிப்படைத் தகைவு: 0.74 N/mm^2

எடுத்துக்காட்டு 2.4

முன் கூறிய எடுத்துக்காட்டில் மையத்திலிருந்து 7 mm தள்ளி பளுவானது செயல்பட்டால், சுவரின் பொருள்களைக் குறிப்பிடுக.

$$\text{மையப் பெயர்வு விகிதம்} : \frac{7}{190} = 0.037 < \frac{1}{24}$$

வளைத் தகைவைக் கணக்கிட வேண்டியதில்லை, ஏனெனில் இந்த வளைவு மையத்தகைவின் 25% மேல் அதிகமான தகைவைச் செயல்படுத்தப் போவதில்லை. வளைப்புக்கு வழக்கமாக அனுமதிக்கப்படும் தகைவைவிட 25% அதிகமான தகைவைப் பயன்படுத்தலாம் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

எனவே, எடுத்துக்காட்டு 2.3-இல் கூறிய பொருள்களையே பயன்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 5

300mm பருமனுள்ள சுவர் 100 KN மையப் பெயர்வு கொண்ட பளுவைத் தாங்குகிறது. மையப் பெயர்வு விகிதம் 0.1 சுவரின் ஒல்லி விகிதம் 14. சுவருக்கான பொருள்களைக் காண்க. சுவரின் நீளம் 3m

ஒல்லி விகிதம் (SR) : 14

$$\text{மையப் பெயர்வு விகிதம்} \ \frac{e}{t} = 0.1$$

$$\text{அட்டவணை 2.7-இலிருந்து SR} = 14, \frac{e}{t} = 0.1$$

இவற்றிற்கான

உரிய தகைவு குறைப்புக் குணகம் Ks = 0.64

சுவரின் பரப்பு = $290 \times 3000 = 870 \times 10^3$ mm^2

பரப்புக்கான குறைப்புக் குணகம் தேவைப்படுவதில்லை.

மொத்தத் தகைவு = மையத் தகைவு + வளைத் தகைவு

$$= \frac{100 \times 10^3}{2\ 0 \times 10^3} + \frac{100 \times (290 \times 0.1) \times 6}{10^3 \times (290)^2}$$

$$= 0.34 + 0.20$$

$= 0.54,\ 0.14\ N/mm^2$ (அமுக்கத் தகைவுகள்)

வளைத் தகைவு உள்ளிட்டபடியால் 25% அதிகப்பட்ட தகைவு அனுமதிக்கப்படுகிறது.

தேவைப்படும் சுவர், கொத்து வேலைக்கான தகைவு

$$= \frac{0.54}{0.64 \times 1.25} = 0.675\ N/mm^2$$

$7.5\ N/mm^2$ செங்கற்களையும் M1 வகை 1:5 சிமெண்டு, மணல் காரையையும் பயன்படுத்தலாம். இந்தச் சேர்க்கைக்கான அனுமதிக்கப்படும் தகைவு (அட்டவணை 2.6-இலிருந்து)

$= 0.74\ N/mm^2$

எடுத்துக்காட்டு 6

சென்ற எடுத்துக்காட்டில் மையப்பெயர்வு விகிதம் 0.1இற்குப் பதிலாக 0.2 என்றானால் அதிகமான அமுக்கத் தகைவைக் கணக்கிடுக. உரிய செங்கற்களையும், கலவையைம் குறிப்பிடுக.

$$\frac{e}{t} = 0.2 \qquad SR = 14$$

$$Ks = 0.604$$

$\frac{e}{t} = 0.167$ இற்கு அதிகமானால் சுவரின் ஒரு பகுதி இழு விசைக்கு ஆளாக்கப்பட்டுச் செயலற்று விடுகிறது.

செயல்படும் பருமன் $= 3\left(\frac{t}{2} - e\right)$

$$= 3\left(\frac{290}{2} - 290 \times 0.2\right)$$

$$= 261mm$$

சுவரின் மேலுள்ள அதிகமான அழுக்கம் (படம். 2.6)

$$\doteq \frac{2w}{3\left(\frac{t}{2} - e\right)}$$

$$\doteq \frac{2 \times 100 \times 10^3}{261 \times 1000} \doteq 0.77 \text{ N/mm}^2$$

ஒல்லி விகிதத்திற்கான குணகம்: 0.604
இதற்குச் சமன்பட்ட தகைவு $\doteq$ 0.77/0.604
$\doteq$ 1.27 N/mm^2

தேவையான கொத்து வேலைப் பொருள்கள்
(அட்டவணை 2.6)

செங்கற்கள் : 15 N/mm^2
காரை : H_1 (சிமெண்ட் : மணல் : 1:3)
இப்பொருள்களுக்கான அடிப்படைத் தகைவு :
1.31 N/mm^2

எடுத்துக்காட்டு 2.7

சாதாரண கற்காரைத் தாரிசு (பருமன் 100 mm) வீட்டின் வெளிச்சுவரின் பருமன் 200 mm சுவர்ப்படத்தில் படம் 2.9 கண்டபடி ஒரு கதவையும் சன்னலையும் கொண்டது. அடிச் சுவர் அடித்தளத்திற்கு மேல் 1.2 m உயரம் கொண்டது. ஒரு வழி 3 m துறைத் தூரம்கொண்ட R.C.C. தளப் பலகை 100 mm பருமன் கொண்டது. இந்தப் பலகையைச் சுவர் தாங்குகிறது. 0.8 m உயரம் கொண்ட கைப்பிடிச்சுவர் தளப் பலகைக்கு மேலே அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சுவரும், தளப் பலகையும் மேலும் கீழும் பூசப்பட்டுள்ளன.

தேவையான செங்கற்கள் காரை இவற்றின் தரத்தை நிருணயிக்க.

தண்டய விட்டம் (லிண்டல் Lintel) மட்டம்: 2.0 m
சன்னல் அடிமட்டம் : 0.8 m

சுவரில் 'a' மற்றும் 'b' எனக் குறிக்கப்பட்ட இடங்களில் அதிகத் தகைவுகள் விளைகின்றன. சுவரின் அடிமட்டச் சுவர் அளவில் தகைவுகளைக் கணக்கிடுவோம்.

பளுக்கள்

கைபிடிச்சுவர் : $\frac{(190 + 30)}{1000} \times 0.8 \times 20 = 3.52$ KN/m

சுவர் : $\frac{(190 + 15)}{1000} \times 2.8 \times 20 = 11.48$ KN/m

திறந்த பகுதிக்கான பளுவை வழக்கமாகக் கழிப்பதில்லை.

கூரைப்பளு

R.C.C பலகை 100 mm பருமன் : $0.1 \times 25 = 2.5$ KN/m^2

கூரையின் மேலுள்ள சுண்ணாம்புக் கற்காரை (120 mm) :

	0.12×20	2.4
நகர் பளு		1.5
		6.4

நிகரத் துறைத தூரம் : 3.00 m

செயல்படும் துறைத்தூரம் : 3.10 m

சுவரின் மேல்விழும் பளு $= \frac{6.4 \times 3.1}{2} = 9.92$ KN/m

'a' பகுதிச் சுவர்

இந்தப் பகுதித் திறப்பு உள்ள பகுதிப் பளுவின் ஒரு பாதி தாங்கும் வண்ணம் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

சுவரின் மேல் விழும் மொத்தப் பளுவின் அளவு

$$= (3.52 + 11.48 + 9.92)\left(0.69 + \frac{.0}{2}\right)$$

$$= 29.60 \text{ KN}$$

'a' பகுதி சுவரின் மேல் விழும் அழுக்கத் தகைவு

$$= \frac{29.60 \times 10^3}{190 \times 690} = 0.238 \text{ N/mm}^2$$

ஒல்லி விகிதம் = h/t

$$= \frac{(1.20 + 2.80 + 0.05)}{0.19} \times 0.75 = 17$$

செயல்படு நீளம் = 1 = 2L = 2 × 0.69

= 1.38m

ஒல்லி விகிதம் $= \frac{1.38}{0.19} = 7.3$

நீளவாக்கில் உள்ள ஒல்லி விகிதம் உயரவாக்கில் உள்ள ஒல்லி விகிதத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கிறபடியால் நீள வாக்கின் ஒல்லி விகிதம் கணக்கிடப்படுகிறது.

ஒல்லி விகிதம் 7.3-இற்கான Ks = 0.92

வடிவக் கணக்கீட்டிற்கான தகைவு

$$= \frac{0.238}{0.92} = 0.26 \text{ N/mm}^2$$

'b' பகுதி

நீளம் = 0.50

பளு = (3.52 + 11.48 + 9.92)

$$\left(\frac{1.0}{2} + 0.5 + \frac{1.0}{2}\right) = 37.40 \text{ KN}$$

அடிமட்ட அளவில் அழுக்கத் தகைவு

$$= \frac{37.40 \times 10^3}{190 \times 500} = 0.42 \text{ N/mm}^2$$

$$= 0.42 \text{ N/mm}^2$$

ஒல்லி விகிதம்

திறப்பின் அருகே உள்ள சுவரின்:

செயல்படு உயரம் $1.5 \times$ உயரமான திறப்பு

$1.5 \times 2.1 = 3.15$ m

திறப்பு இல்லாத சுவரின் செயல்படு உயரம்

$0.75\,(1.2 + 2.8 + 0.05) = 3.04$m

சுவர்ப் பகுதிக்கான ஒல்லி விகிதம் $= \dfrac{3.15}{0.19}$ 17.5

அட்டவணைகளிலிருந்து **Ks** $= 0.52$

சுவரின் பரப்பு $= 180 \times 500 \quad 90 \times 10$ mm²

பரப்புக் குறைப்புக் குணகம் $= 0.75 \times \dfrac{90 \times 10^3}{1200 \times 10^3} = 0.83$

கொத்து வேலைக்கு வேண்டப்படும் தகைவு $= \dfrac{0.42}{0.52 \times 0.83}$

$= 0.96$ N/mm²

10 N/mm² கொண்ட செங்கற்கள்,

M1 (சிமெண்டுக்காரை 1:5) காரையைப் பயன்படுத்தலாம்

இந்தச் சேர்க்கைக்கான அடிப்படைத் தகைவு $= 0.96$ N/mm²

எடுத்துக்காட்டு 8

மேல்முனை வெறுமையாக இருக்கும் ஒரு செங்கற்சுவர் 200mm பருமன் கொண்டது. அது 0.75KN/m² காற்றுப் பளுவுக்கு ஆளாகிறது. சுவரின் உறுதியைக் கருத்தில்கொண்டு அதன் உயரத்தைக் கணக்கிடுக. சுவரின் மேலுள்ள இழு தகைவையும் காண்க. (படம் 2.10)

p = காற்றுப்பளு (Wind load)

p = மொதத்தக் காற்றுப் பளு (Total wind force)

t = சுவரின் பருமன்

H = சுவரின் உயரம்

w = சுவரின் அலகு எடை (Unit weight of wall)

W = சுவரின் சுய எடை (Self weight of wall)

உறுதிப்பாட்டிற்காக

காப்புத் திருப்பு விசை = 1.5 கீழ் தள்ளும் திருப்பு விசை
(Over turning moment)

$$wHt \times \frac{t}{2} = \frac{1.5 \times pH^2}{2}$$

$$H = \frac{w\,t^2}{1.5p}$$

t, p, w இவற்றிற்கான மதிப்புகளைப் பயன்படுத்தி

$$H = \frac{20 \times (0.19)^2}{1.5 \times 0.75} = 0.64\ m$$

இழு தகைவினுக்கான கணக்கீடு

சுய எடைக்கான அமுக்கத் தகைவு

$$= \frac{20 \times 10^3 \times 0.64 \times 0.19}{0.19 \times 10^6} = 0.013\ N/mm^2$$

வளைப்பினால் விளையும் இழு தகைவு

$$= \frac{6M}{bd^2} = \frac{6 \times 0.75 \times 0.64^2 \times 10}{2 \times (190)^2 \times 1000}$$

$$= 0.026\ N/mm^2$$

மொத்த இழு தகைவு $= 0.26 - 0.13$

$= 0.13\ N/mm^2$

எடுத்துக்காட்டு — 9

இரண்டு அடுக்கு மாடிக் கட்டடத்தின் சுவர்கள் 200mm பருமனுள்ளவை தளங்களுக்கு இடையே உள்ள நிகர உயரம் 3.0m அடித்தள மட்டம் பூமி மட்டத்திற்கு 0.7m உயரே உள்ளது. RCC கூரை 120mm பருமனுள்ளது. கட்டடத்தின் கிடைப்படம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. (படம் 2.11)

சுவரின் பல பகுதிகளின் செயல்படு உயரம், செயல்படு நீளம், செயல்படு பருமன், ஒல்லி விகிதம், இவற்றைச் கணக்கிடுக.

1 செயல்படு உயரம்

முதல் தளம்

$$H = 0.7 + 3.0 + 0.06 = 3.76m$$

A B C D E J M இந்தச் சுவர்களின் நீளம், பருமனைவிட நான்கு மடங்கு நீளத்திற்கு (4t) அதிகமானது. எனவே,

$$h = 0.75H$$
$$= 0.75 \times 3.76 = 2.82$$

F K N இந்தச் சுவர்களின் நீளம் 4t என்ற அளவைவிடக் குறைந்தது. ஆனால், இவை தூண்கள் அல்ல. ஏனெனில், அவை குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்படுகின்றன. எனவே,

$$h = 2.82m$$

செங்கல் கட்டடம் G

நீளம் 4t என்ற அளவுக்குக் குறைவானது. எனவே, இது தூணாகக் கருதப்படுகிறது.

$h = 1.5 \times 2.1$ அல்லது H இவற்றில் எது குறைவோ அது செயல்படு உயரமாகக் கருதப்படுகிறது.

$h = 1.5 \times 2.1$ (கதவின் உயரம்) அல்லது 3.76 இவற்றில் குறைவானது

$= 3.15m$

செங்கல் கட்டடம்

நீளம் 4t அளவைவிடக் குறைவானது. ஆயினும் அதன் இரு திசைகளிலும் RCC உத்திரம், தளங்களால் தாங்கப்படுகிறது. எனவே, செயல்படு உயரம்

$h = H = 3.76$ (இரு திசைகளிலும்)

2 இரண்டாம் தளம்

$$H = 0.06 + 3.0 + 0.06 = 3.12m$$

A B C D E F J K M N இவற்றிற்கான h

$= 0.75H = 0.75 \times 3.12 = 2.34m$

G-இற்கான h = 1.5×2.1 அல்லது 3.12, இவற்றில் குறைந்தது
= 3.12m

P என்ற தூணுக்கான செயல்படு உயரம் = 3.12 m

செயல்படும் நீளம்

சுவர்களின் செயல்படு நீளம் முதல் தளத்திற்கும் இரண்டாம் தளத்திற்கும் பொதுவானது.

சுவர் A

இது ஒரு மருங்கில் தொடர்கிறது. மற்ற மருங்கில் தொடர்வதில்லை. இது குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்படுகிறது.

$$l = 0.9L = 0.9 \times 4.4$$
$$= 3.96m$$

சுவர் B

இது இரு மருங்கிலும் தொடர்கிறது. மற்றும் குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்படுகிறது.

$$l = 0.8L$$
$$= 0.8 \times 4.4$$
$$= 3.52 \text{ m}$$

சுவர் C

இது ஒரு நுனியில் முடிகிறது. மற்ற நுனியில் தொடர் கிறது. குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்படுகிறது.

$$l = 0.9L = 0.9 \times 3.0 = 2.7 \text{ m}$$

சுவர் D

ஒரு நுனியில் தொடர்வதில்லை மற்ற நுனியில் ஒரு திறப்புக் கொண்டது.

செயல்படு நீளமாக 1.5 (3.0 = 1.1)

அல்லது 0.9 × 3.0 இவற்றில் எது குறைவோ அது எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. எனவே, $l = 2.7$ m

சுவர் E

இந்தச் சுவர் இரு மருங்கிலும் தொடர்வதில்லை. எனவே,

$$l = L = 3.0 \text{ m}$$

சுவர் F

சுவர் ஒரு நுனியில் கட்டுப்பாடற்றது, மற்ற நுனியில் குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்படுகிறது.

$$l = 2L = 2 \times 0.7 = 1.4\text{m}$$

சுவர் G

இரண்டு நுனிகளிலும் சுதந்திரமாகச் செயல்படுகிறது. நீளம் பொருட்டானதில்லை

சுவர் J

சுவர் 'G' போன்றது.

சுவர் K

ஒரு நுனியில் சுயேச்சையானது; மற்ற நுனியில் தொடர்ந்து குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்படுகிறது.

$$l = 1.5L = 1.5 \times 0.7 = 1.05\text{m}$$

சுவர் M

ஒரு நுனியில் தொடர்ந்தும் மற்ற நுனியில் தொடராமலும் உள்ளது. ஒரு நுனியில் குறுக்குச் சுவரால் தாங்கப்படுகிறது.

குறுக்குச் சுவரின் நீளம் $\frac{H}{8} = \frac{3}{8} = 0.37\text{m}$ என்ற நீளத்தைவிட அதிகமானது. $(0.70 - 0.095 = 0.605\text{m})$

மற்ற நுனியில் உள்ள குறுக்குச் சுவர் H/6 என்ற அளவை விடக் குறைவானது. எனவே, இந்த நுனியில் முழுமையாகப் பொருத்தப்படவில்லை சுவர்; எனவே. ஒரு நுனியில் தொடர்கிறது அடுத்த நுனியில் சுதந்திரமாகச் செயல்படுகிறது. எனவே,

$$l = 1.5 \times 2$$
$$= 3m$$

சுவர் N

ஒரு நுனியில் தொடர்வதில்லை. ஒரு நுனியில் குறுக்குச் சுவர்களால் தாங்கப்பட்டுத் தொடர்கிறது. அடுத்து நுனியில் சுயேச்சையானது. எனவே,

$$l = 2L = 2 \times 0.4 = 0.8m$$

சுவர் P

சுவர் 'G' போன்றது.

3. **செயல்படு பருமன்**

சுவர் A, B, C, E, M இவை குறுக்குச் சுவர்களால் உறுதிப்படுத்தப்படுகின்றன.

அட்டவணையிலிருந்து உறுதிப்பாட்டுக் குணகங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

சுவர்கள் A, B

$$\frac{tp}{tw} = 3$$

$$\frac{sp}{wp} = \frac{4.4}{0.19} = 23 \quad 20$$

எனவே, $Kn = 1$

சுவர்கள் C, E

$$\frac{tp}{tw} = 3$$

$$\frac{sp}{wp} = \frac{30}{0.19} = 15 \quad \text{(ஏறத்தாழ)}$$

$$Kn = 1.2$$

சுவர் M

tp/tw $\frac{50}{19} = 2.6$, 2.5 எனக் கூறலாம்

$\frac{Sp}{Wp} = \frac{2.0}{0.19} = 10.5$, 10 எனக் கூறலாம்

Kn = 1.3

4. ஒல்லி விகிதம்

செயல்படு உயரம், செயல்படு நீளம், செயல்படு பருமன், உறுதிப்பாட்டுக் குணகம் ஆகியன அட்டவணைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. அட்டவணையிலிருந்து ஒல்லி விகிதம் கணக்கிடப் படுகிறது.

சுவர்	முதல் தளம் h	l	Kn	ஒ.வி	சுவர் இரண்டாம் தளம் h	l	Kn	ஒ.வி
A	2.82	3.96	1	14.8	2.34	3.96	1	12.3
B	2.82	3.52	1	14.8	2.34	3.52	1	12.3
C	2.82	2.70	1.2	12.4	2.34	2.70	1.2	10.3
D	2.82	2.70	1	14.2	2.34	2.70	1	12.3
E	2.82	3.0	1.2	12.4	2.34	3.0	1.2	1.3
F	2.82	1.4	1	7.4	2.34	1.4	1	7.4
G	3.85	∘	1	16.6	3.12	∘	1	16.4
J	2.82	—	1	14.2	2.34	—	1	12.3
K	2.82	1.05	1	5.5	2.34	1.05	1	5.5
M	2.82	3.0	1.3	11.4	2.34	3.0	1.3	9.5
N	2.82	0.80	1	4.2	2.34	0.80	1	4.2
P	3.76	—	1	19.8	3.12	—	1	16.4

எடுத்துக்காட்டு 2. 10

படத்தில் கண்ட முன் பின் தள்ளிய சுவரின் பருமன் 200mm இது காற்று அழுத்தம் 0.75 KN/m^{2}இற்கு உட்படு கிறது. சுவரின் நிலைப்பாட்டிற்குச் சுவரின் உயரத்தைக் கணக்கிடுக. (படம் 2.12)

சுவரின் பரப்பு $= 0.19 \times (1.0 \times 2) + 0.19 \times 0.39 = 0.45 m^2$

சுவரின் உயரம H எனில்

சுவரின் எடை $= 0.45\ H \times 2$

$= 0.9H$

சுவரின் கீழ் நுனியில் திருப்பு விசையைக் கணக்கிட்டால்,

விசை $= 0.900H \times \frac{0.39}{2}$

$$= \frac{1.5 \times 0.75 \times 2.19 \times H^2}{2}$$

$H = 1.4$

$$I = \frac{1.19 \times 0.19^2 + 1.19 \times 0.19 \times 0.1^2}{12}$$

$= 0.0059 m^4 = 0.0059 \times 10^4$

$Y = 0.195 m$

$$f = \frac{MY}{I} = \frac{0.75 \times 1.4 \times 2.19 \times 1.4 \times 1000 \times 195}{2 \times 0.0059 \times 10^4}$$

தகைவு $= 0.053\ N/mm^2$

அமுக்கத் தகைவு $= \frac{0.9 \times 1.4}{0.45 \times 10^4} = 0.028\ N/mm^2$

மொத்தைத் தகைவு $= 0.053 - 0.028$

$= 0.025\ N/mm^2$

வினாக்கள்

1. நல்ல காரைக்கான பான்மைகளை விளக்குக.
2. கொத்து வேலைச் சுவருக்கான இயல்புகளை விளக்குக.
3. கீழ்க்கண்ட விவரங்கள் கொண்ட செங்கல் தூணின் பளு தாங்கும் திறனை நிருணயிக்க

   அளவுகள்: 200mm × 400mm

   உயரம் : கடைக்காலுக்கு மேல் தளத்திற்கிடையே உள்ள

உயரம் 3.5m செங்கல்லின் நசுங்கு வலிமை $15N/mm^2$

பளுவின் பெயர்ப்பு O

காரை வகை M_2

4. சென்ற வினாவில் உள்ள தூணில் குறுகிய அகலம் கொண்ட பக்கத்தின் மத்தியிலிருந்து பளுவின் பெயர்ச்சி (1) 10mm (2) 40mm எனில் அது பத்திரமாகத் தாங்கும் பளுக்களை நிருணயிக்க

5. 150mm பருமனுள்ள இரு தளங்களுக்கிடையே 2.4m உயரமுள்ள ஒரு சுவர் ஒரு மீட்டருக்கு 150 KN பளுவை பெயர்ப்பு இல்லாமல் ஏற்கிறது. குறுக்குச் சுவர்களுக்கிடையே சுவரின் நீளம் 5m அளவுச்சீர் (Modular Bricks) $15N/mm^2$ கொண்ட செங்கற்களும் சிமெண்டுக் காரையும் (M2) கட்டுமானத்திற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டால் சுவரின் வலுவை நிருணயிக்க

6. சென்ற வினாவில் சுவர் பெற்ற விவரங்கள் கொண்ட சுவர்களின் பளு (1) 10mm (2) 20m (75mm) பெயர்ப்புக்கள் கொண்டு அமையப் பெற்றால் சுவர்கள் பத்திரமாகத் தாங்கும் பளுவை நிருணயிக்க

ஒரு சுவரின் இயல்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன

கற்கள் : அளவுச் சீர் பெற்ற செங்கற்கள் நசுங்கு திறன் $5N/mm^2$

காரை சிமெண்டுக் காரை 1:6

சுவரின் பருமன் : 220mm

தளங்களுக்கு இடையே உள்ள நிகர உயரம் 3m

தளத்தின் பருமன் 125mm

குறுக்குச் சுவர்களுக்கிடையே சுவரின் நீளம் 4m

கீழ்க்கண்ட சூழ்நிலைகளில் சுவர் தாங்கும் பளுக்களின் அளவை நிருணயிக்க

(1) பெயர்ப்பு இல்லாத பளு

(2) 5mm பெயர்ப்பு உள்ள பளு

(3) 100 பெயர்ப்பு உள்ள பளு

7 ஒரு ஒற்றை மாடிக் கட்டடத்தின் கிடைப்படம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. சுவர்கள் 200mm பருமன் உடையவை. தரைத் தளத்திலிருந்து மேல் கூரைப்பலகையின் அடிக்கு உள்ள உயரம் 3.0 அடிப்பீடம் தரை மட்டத்திலிருந்து 0.7m உயரமுள்ளது. கட்டடத்தின் பகுதிகளில் செயல்படு உயரம், செயல்படு நீளம், செயல்படு உயரம் ஒல்லிவிகிதம் இவற்றை நிருணயிக்க

ஒரு வெளிப்புறச் சுவர் 300mm பருமனும் படத்தில் காட்டியபடி சன்னல்களையும் கொண்டது. அடிப்பீட உயரம் 1.5m அடித்தளம் கூரை இவற்றிற்கிடையே உள்ள உயரம் 3.0m ஒரு வழி RC தளம் 4m நிகரத் துறைத்தூரத்துடன் 150 mm தாங்குமானம் பெற்று, சுவரின் மேல் அமர்கிறது. 200mm பருமனும் 0.9m உயரமும் கொண்ட கைப்பிடிச்சுவர், முக்கியச் சுவரால் தாங்கப்படுகிறது. சுவர்கள் இருபுறமும் பூச்சுப் பெற்றவை.

சுவரின் மேலுள்ள அமுக்கத் தகைவைக் கணக்கிடுக தேவையான செங்கற்கள், காரைகள் இவற்றைக் குறிப்பிடுக.

3. மரக் கட்டுமானங்கள்

3.1 மரங்களின் தன்மைகள்

இயற்கையில் பெருமளவில் கிடைக்கும் பொருள்களில் மரமும் ஒன்றாகும். அம்மரம் கட்டடப் பொருளாகவும் பயன் படுகிறது. இயற்கையில் கிடைக்கும் வகையிலேயே அது பயன் படுகிறது. காலம் மாறினாலும் கட்டடப்பொருள் பயன் பாட்டில் மாறாத்தன்மையுடையதாக அது விளங்குகிறது.

மரங்களின் வளர்ச்சியை அடிப்படையாகக்கொண்டு நெடி துயர்பவை, குறுக்கே பருத்து வளர்பவை என்று பிரிக்கலாம். முதல் பிரிவில் தென்னை, பனை, மூங்கில் முதலிய மரங்களைச் சேர்க்கலாம். பற்பல வேலைகளுக்கு உதவும் தேக்கு, கருவேலம், மா முதலான மரங்கள் குறுக்குவாட்டில் பருத்து வளரும் வகையைச் சார்ந்தவை ஆகும். இவ்வகை மரத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தினைப் படம் 3.1-இல் காணலாம்.

மரத்தின் நடுவிலுள்ள மென்மையான பாகத்திற்கு உட் சோறு, (Pith) என்று பெயர். இதனளவு மரத்தின் அளவுக்கும் வகைக்கும் ஏற்ப மாறுபடும். முதிர்ந்த மரங்களில் குறைவாக வும் இளம் செடிகளின் தண்டிலும் கிளைகளிலும் அதிகமாக வும் உட்சோறு காணப்படுகிறது.

உட்சோற்றைச் சுற்றி வைரக்கட்டை (Heart Wood) இருக் கிறது. இது மரத்தின் முதிர்ந்த கெட்டியான பாகமாகும். இது பெரும்பாலும் நிறச் செறிவுடையதாய்க் காணப்படும். மரத்தின் வளர்ச்சியில் இதற்கு எந்தப் பங்கும் இல்லாதிருந்தா லும் மரத்திற்கு உறுதி அளிப்பது இப்பாகமே. இப்பாகமே எல்லா வகைக் கட்டுமான வேலைகளுக்கும் பயன்படுகிறது.

வைரக்கட்டையைச் சுற்றியும் பட்டைக்கு உள்ளும் இருக்கும் பாகம் வெளிற்று மரம் (Sap Wood) எனப்படும். இதன் நிறம் வெளிரானதாக இருக்கும். கறையான் போன்ற பூச்சிகளால் எளிதில் தாக்கப்பட்டுப் பாதிக்கப்படும் பகுதி இது.

வெளிற்று மரத்தைச் சுற்றியுள்ள மென்மையான படலத்திற்கு வளர்படை எனப்பெயர். இது உள் பட்டை, வெளிப் பட்டைகளால் காக்கப்படுகிறது. மரத்தின் மையத்திலிருந்து தொடங்கி கிடைமட்டத்தில் பட்டையை நோக்கிக் கதிர்களாகச் செல்லும் கோடுகளுக்குச் சுழிமுனை மையக் கதிர்கள் (Modullatory rings) எனப்பெயர்.

ஆண்டுத் திசு வளையங்கள் (Annularrings) தனித்தனித் திசுக்களாலும், மர நார்களாலும் ஆக்கப்பட்டவை. இவை உட்சோற்றைச் சுற்றி மைய வட்டங்களாக அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு ஆண்டும் ஒரு வளையம் அதிகமாகிக் கொண்டே போவதால் இவற்றை ஆண்டு வளையங்கள் எனக் கூறுகின்றனர். இவற்றின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு மரத்தின் வயதைக் கூறலாம்.

கட்டடங்களில் பயன்படும் வகையைப் பொறுத்து மென் மரம். (Soft wood), வன்மரம் (Hard wood) எனப்பிரிக்கலாம். மென்மரங்கள் தெளிவில்லாத ஆண்டுத்திசு வளையங்களையும், நேரான நார்களையும் (Fibres) கொண்டவை. மேலும், அவை சற்று வெளிறிய வைரக் கட்டையையும் வெகுவாக நிறம் குறைந்த வெளிற்று மரத்தையும் கொண்டவை. இவை நல்ல இழு தகவை (Tensile stress) ஏற்க வல்லவை. ஆனால், அழுக்கம், நறுக்கு இவற்றை வெகுவாகத் தாங்குவதில்லை.

வன் மரங்கள் நிறச்செறிவுடைய வைரக்கட்டையையும் வெளிற்றுக் கட்டையையும் கொண்டவை; வைரக்கட்டையும், வெளிற்றுக்கட்டையையும் வேறுபடுத்தலாம். இவை தெளிவான ஆண்டுத் திசு வளையங்களையும் கொண்டவை. இம் மரங்கள் இழுத்தல், அழுக்கம், நறுக்கு ஆகியவற்றைத் தாங்கும் வலிமை கொண்டவை.

கட்டுமானங்களுக்கான மரங்கள் அவற்றின் பொறியியல் தன்மைகளைப் பொறுத்தே தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. வன் மரங்கள், மென்மரங்கள் என்ற பாகுபாடு அவற்றின் மென்மைத் தன்மையையோ கடினத் தன்மையையோ வேறு படுத்துவதில்லை. எந்தக் குறிக்கோளுக்காக மரம் பயன் படுத்தப்படுகிறதோ அதற்குத்தக்க தன்மைகள் கொண்ட மரம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.

3.1.1 கட்டுமான மரங்களின் தன்மைகள்

பொருண்மை (density)

மரத்தின் பொருண்மை அதன் ஈரப்பதத்தைப் (Moistur content) பொறுத்ததாகும். மரத்தின் அலகு எடை அதன் 12 விழுக்காடு ஈரப்பத அளவில் கணக்கிடப்படுகிறது. பல்வேறு மரங்களின் அலகு எடைகள் அட்டவணையில் (எண் 3.1) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஈரப்பதம்

புதிதாக வெட்டப்பட்ட மரத்தில் ஈரம் அதிகமாகக் காணப் படும். நன்கு காய்ந்த மரத்தின் எடைக்கும் ஈரங்கொண்ட மரத்தின் எடைக்கும் இடையுள்ள எடை வேறுபாடு விழுக்காடு களாக ஈரப்பதம் என வழங்கப்படுகிறது. மர ஈரத்தின் பெரும் பகுதி மர நார்களுக்கிடையே உள்ள இடங்களில் நிறைந்திருக்கும். இவ்வாறு நார்களிடையே உள்ள நீரானது எளிதில் வெளியேறவல்லது. நாளங்களின் சுவரில் உள்ள ஈரம் காய்வதற்கு அதிகக் காலம் ஆகிறது. நாளங்களில் உள்ள கட்டுப்பாடற்ற நீர் அகற்றப்படும் பொழுது 20-27 விழுக்காடு நார் திகட்டுப் புள்ளி (Fibre saturation point) எனப்படும். இந்த அளவுக்கு மேல் மரத்தில் ஈரம் இருந்தால் அது பச்சை மரம் எனப்படுகிறது. வலிமை, சுருங்குதல் மற்ற இயல்பியல் தன்மைகள் நார் திகட்டுப்புள்ளிக்கு மேலுள்ள மரத்தில் அதிகம் வேறுபடுகின்றன. இப்புள்ளிக்குக் குறைவான ஈரம் உள்ள மரங்களில் இப்பண்புகள் அதிகம் வேறுபடுவதில்லை. நார் திகட்டுப் புள்ளிக்குக் கீழ் ஈரம் குறையக்குறைய மரத்தின்

வலிமை அதிகரிக்கிறது. ஆனால். மரத்தின் அளவு சுருங்கு கிறது.

இழையோட்டம் (Grains)

நார்களின் போக்கையும் மர நாளங்களின் அமைப்பின் திசையையும் இழையோட்டம் என்ற சொல் குறிக்கிறது. இழையோட்டத்திற்குத் தக்க வண்ணம் மரங்களின் தன்மை கள் மாறுபடுகின்றன. மரத்தின் நார்கள் மரத்தின் முக்கிய அச்சுக்கு இணையாக இருப்பின் அது நேரான இழை யோட்டம் என்று குறிக்கப்படும். நேர் இழையோட்டம் உள்ள மரங்கள் மற்ற வகைகளை விட அதிக வலிமை பெற்றவை. தாறுமாறான இழையோட்டம் என்பது மரத்தின் முக்கிய அச்சுக்குத் தாறுமாறான திசைகளில் ஓடும் இழை களைக் குறிக்கிறது. தாறுமாறான இழையோட்டம் உள்ள மரங்கள் வலிமை குறைந்தவைகளாகும். சுற்று இழையோட்டம் பெற்ற மரங்கள் அச்சைச் சுற்றி வளைந்து வளைந்து செல்லும் இழைகளைக் கொண்டவை. திருகப்பட்ட உருவம் கொண்ட மரங்களின் இழைகள் இவ்வாறாக உள்ளன. கோணவாக்கு இழையோட்டம், நேர் இழையோட்டம் கொண்ட மரங்கள் இழைகளுக்கு இணையாக வெட்டப்படாத பொழுது கிடைக் கின்றன. எனவே, இந்த இழையோட்டம் இயற்கையின் குறை வல்ல, மரம் அறுத்தலின் விளைவே எனலாம். குறுக்கு இழை யோட்டம் என்பது சுற்று இழையோட்டம், கோண இழை யோட்டம் என்ற இரண்டு வகைகளையும் பொதுவாகக் குறிக்கும் சொல் ஆகும். அலை போன்ற இழையோட்டம் கொண்ட மரங்களும் உண்டு. (படம் 3.2)

மரங்களின் வலிமை இழைகளின் நெருக்கத்தையும் அவற் றின் சாய்வையும் பொறுத்திருக்கிறது. செறிவுள்ள இழைகள் பெற்ற மரம் புழுக்கமான இழைகள் பெற்ற மரங்களைவிட வலிமை வாய்ந்தவை. 50 மி.மீ. அகலத்தில் 12 வளையங் களுக்கு மேல் பெற்ற மரம் செறிந்த இழையோட்டம் பெற்ற மரமாகக் கருதப்படுகிறது. இழையோட்டத்தின் சாய்வு ஒரு மி.ம். குத்து உயர மாற்றத்திற்கான வேண்டிய கிடைதூர

விகிதமாகக் குறிக்கப்படுகிறது. இந்தச் சாய்வு அதிகமானால் மரத்தின் வலிமை குறைகிறது. பல்வேறு இழையோட்டச் சாய்வுகளுக்கான அனுமதிக்கவேண்டிய தகைவை அட்டவணை 3.2 காட்டுகிறது.

அட்டவணை 3.2

அனுமதிக்க வேண்டிய தகைவு — பல்வேறு சாய்வுகள்

சாய்வு	அதிக அளவு வலிமை உத்திரங்கள், நாண்கள் விட்டங்கள்	(விழுக்காடுகள்) தூண்கள்
10-இல் 1	80	74
12-இல் 1	90	82
14-இல் 1	98	87
15-இல் 1	100	100
16-இல் 1	100	100
18-இல் 1	100	100
20-இல் 1	100	100

இழையோட்டம், பளுவின் திசை இவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு குறிப்பிட்ட மரத்திற்கான வலிமையை நிருணயிக்க லாம். இழையோட்டத்திற்கு இணையான திசையில் (Parallet to grains) அதிகப் பளுவையும், இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான, (Perpendicular to grains) திசையில் மிகக் குறைந்த பளுவையும் மரம் தாங்குகிறது. இடையே உள்ள திசைகளுக் கான வலுவை நிருணயிக்கும் சமன்பாடு வேறோர் இடத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

3.1.2 மரத்தில் இயற்கையாகக் காணப்படும் குந்தகங்கள் (Defects)

இந்தக் குந்தகங்கள் இயற்கையில் மரத்தின் வளர்ச்சி யினூடே ஏற்படுபவை. முடிச்சுகள் (Knot) திருகியநார், (Twisted fibre) முண்டுகள் ஆகிய இவை மரங்களில் காணப் படும் குந்தகங்கள் ஆகும்.

முடிச்சுகள்

கிளைகள் அடிமரத்தில் இணைந்திருக்கும் பகுதியே முடிச்சு எனப்படும். மரத்தின் தண்டில் கிளை தோன்றும் முன்னர் நார்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்திருக்கும். கிளைக்கத் தொடங்கியதும் கிளைத்த இடத்தில் நார்களின் பாதை வளைக்கப்படுகிறது. நார்களுக்கேற்ப மரத்தின் உட்கூறுகளும் திருப்பப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புத்தான் முடிச்சாகும் (படம் 3.4).

முடிச்சுகள் இழைகளின் ஓட்டத்தை மாற்றியமைக்கின்றன. அவற்றினூடே இழைகள் தொடர்ந்திருப்பதில்லை. எனவே, மரங்களைப் பதப்படுத்தும்பொழுது முடிச்சுகள் இருக்கும் இடத்தில் உள்ள மரம் வலுவிழுந்து விடுகிறது. முடிச்சுகள் மரத்தின் வலிமைக்குக் குந்தகம் விளைவிக்கின்றன. மரத்தின் இழு தகைவுக்கே இந்தக் குந்தகம் அதிகமானதாகும். எனவே, உத்திரங்களின் இழு விசைப்பக்கம் உள்ள முடிச்சுகளைப் பற்றி அதிகக் கவனம் செலுத்த வேண்டும். முடிச்சுகள் மரங்களிலிருந்து எளிதில் வேறுபடுத்தப்படுமானால் அவை உலர்ந்த (Dry knot) முடிச்சுகள் என வகைப்படுத்தப்படும். உலர்ந்த முடிச்சுகள் கொண்ட மரங்களைப் பொறியியல் காரணங்களுக்குப் பயன்படுத்தக்கூடாது. மரத்தினூடே ஒன்றாகி வேறுபடுத்த முடியாதவற்றை உலராத முடிச்சுகள் என வகைப் படுத்தலாம். முடிச்சுகளின் அளவிற்கும் அவை தென்படும் இடத்திற்கும் ஏற்றமாதிரி மரத்தின் வலிமை மாறுபடுகிறது. மரத்தின் விறைப்பு முடிச்சுகளால் அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மரத்தின் வகைப்படுத்தலுக்கு முடிச்சுகள் எவ்வாறு காரணமாகின்றன என்று அட்டவணை 3.3-இல் காணலாம்.

மரப்பிறை (படம். 3.4) (Wane)

செறிவில்லாத மரம், பட்டை போன்ற உறுதியில்லாத பகுதிகள் விட்டத்தில் இணைந்திருப்பவை மரப்பிறை எனப் படும். பிறை வடிவத்தில் அமைந்த இப்பகுதிகள் விட்டங்கள், தூண்கள் ஆகியவற்றின் வலுவையும் உறுதியையும் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. மரத்தை அறுக்கும் பொழுது கவனம்

செலுத்தி மரப்பிறைகள் விட்டங்கள், தூண்கள் இவற்றுக்கான சட்டங்களில் சேர்வதைத் தவிர்க்கலாம்.

3.1.3 மரத்தைப் பதப்படுத்துதல் (Seasoning of Timber)

மரம் வெட்டப்படும் பொழுது அதில் ஈரம் மிகுதியாக இருக்கும். இந்த ஈரம் மரத்தின் உட்பகுதியில் சோற்றில் கலந்து தங்கி நிற்கிறது. இந்தச் சோறுதான் காலாகாலத்தில் மரமாக மாறுகிறது; ஆனால், வீழ்த்தப்பட்ட மரத்தில் இது வெளியேறி உலர்ந்து விடுகிறது. சீரில்லாத வகையில் விரைவாக இந்தச் சோறு உலர்ந்தால், மரத்தின் பகுதிகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் சுருங்குகின்றன. மரப்பலகைகள் நெளிந்து விடுகின்றன. மரத் திசுக்கள் பிளந்து இழைகள் அறுவதற்குக் காரணமாகின்றன.

மரத்தின் உலறும் தன்மை காற்றின் ஈரத்தைப் பொறுத்தது மரத்தினூடே காணப்படும். ஈரத்தின் பெரும் பகுதியை ஒரே சீராகப் போக்குதலும் அவ்வாறு நீக்க முடியாத ஈரத்தை மற்ற எல்லாப் பகுதிகளிலும் சீராகப் பரவச் செய்தலும் மரத்தைப் பதப்படுத்தலாகும்.

(அ) காற்றுலர் முறை (Air seasoning)

இந்த முறையில், மரங்கள் இடைவெளி விட்டு ஒரு திறந்த கொட்டகையில் அடுக்கப்படுகின்றன. நல்ல காற்றோட்டத்திற்கு வகை செய்யப்படுகிறது. சோற்றில் உள்ள ஈரம் நாளாவட்டத்தில் காய்ந்து உலர்ந்த சோறு நாளங்களில் தங்கி விடுகிறது. இந்தப் பதன்படுத்து முறையில் மரத்தின் எந்தக் கரிப்பொருளும் வீணாவதில்லை. ஆனால், இந்த முறையில் மரம் பதன்பட அதிக நாள்கள் தேவைப்படுகின்றன.

(ஆ) நீர் முறைப் பக்குவம் (Water-seasoning)

இம்முறையில், வெட்டப்பட்ட மரங்கள் நீரில் மிதக்கவிடப் படுகின்றன. அல்லது நீரில் முற்றிலும் அமிழ்த்தி வைக்கப்படுகின்றன. சோறு நீரால் அடித்துச் செல்லப்பட்டு, நாளங்கள். நீரால் நிறைவிக்கப்படுகின்றன. மரம் அடுக்கப்பட்டு உலர்ந்த

காற்றில் நீர் சடுதியில் காய்கிறது. ஆனால், மரச்சோறு நீக்கப் படுவதால் இந்த முறையில் பக்குவப்படுத்திய மரங்களின் தன்மையும் வலுவும் காற்றுலர் முறையில் பக்குவப் படுத்திய மரங்களைவிடக் குறைவாகவே இருக்கின்றன.

உலைப்பக்குவம் (Kiln seasoning)

இதில் அறுக்கப்பட்ட மரங்களை ஒரு மூடிய கொட்டகை யில் அடுக்கி, சூடான காற்றும் நீராவியும் மரக்கட்டைகளின் மேல் படியுமாறு செய்கிறார்கள். காற்றில் ஈரம் இருப்பதால் மரக்கட்டைகளிலிருந்து ஈரம் உடனடியாக ஆவியாவதில்லை காற்றிலிருக்கும் ஈரத்தை மெதுவாகக் குறைத்துக் கொண்டே போனால் மரத்திலிருக்கும் ஈரம் மெதுவாகக் குறைந்து கொண்டே போகும். இந்த முறை மலிவானதல்ல. ஆயினும் மரத்தைச் சிறந்த முறையில் பதன்படுத்தலாம்.

சரியாகப் பதன்படுத்தாமையால் ஏற்படும் குறைகள்

சீரற்ற முறையில் மரம் உலர்ந்து சுருங்கினால் இரண்டு விளைவுகளை எதிர்கொள்ள நேரிடும் (1) கட்டுப்பாடற்ற முறையில் சுருங்குதல் மர விட்டங்களையும் தூண்களையும் நெளியச் செய்துவிடும் (2) இந்த நெளிவைத் தடுக்க முயன்றால் அதிகப்படியான உள் தகைவை மர இழைகள் தாங்கமுடியாமல் மர நார்களில் சிதைவு ஏற்பட்டு மைய வெடிப்பு ஆர வெடிப்பு, பிறை வெடிப்புப் பிளவுகள் முதலிய குறைகள் மரத் தில் தோன்றுகின்றன.

இந்தக் குறைகளைப்பற்றி இனிக் காண்போம்.

மர நெளிவு (Warping)

மரத்தின் வெவ்வேறு அடுக்குகள் மாறுபட்ட முறையில் சுருங்குவதால் மரப் பலகைகளும், சட்டங்களும் நெளி கின்றன. பலகையின் ஒருபகுதி அடுத்த பகுதியைவிட அதிகமாகச் சுருங்கி பலகைகள் திருகப்படுகின்றன. பலகையின் ஒரு பக்கம் அடுத்த பக்கத்தைவிட அதிகம் சுருங்கி, அவை வில்போல் வளைகின்றன. குறுக்கு வாக்கில் பலகைகளில்

மாறுபட்ட அளவுகளில் சுருங்கி, அவை குழிந்து விடுகின்றன. இவ்வகை நெளிவுகளை (படம் 3.5-இல்) காணலாம்.

திருச் சிதைவு

மர இழைகளின், சீரற்ற உலர்வால் மாறுபட்ட சுருக்கம் அனுமதிக்கப்படாத பொழுது, இழைகள் சிதைவுற்று வெடிப்பு களும் பிளவுகளும் உண்டாகின்றன. வெடிப்புகளைப் பின் வருமாறு பிரிக்கலாம். வெளிவளையங்கள் உள் வளையங்களை விட அதிகம் சுருங்குவதால், அவை உள் வளையங்களை அமுக்குகின்றன. மித மிஞ்சிய அமுக்கத் தகைவால் மர வளையங்கள் வெடிப்பு விடுகின்றன. இந்த வெடிப்புகளை ஆர வெடிப்பு (Checks) எனலாம்.

மரம் கவனமற்ற முறையில் வீழ்த்தப்படும் பொழுது மரத்தின் உள் உள்ள அதிக அமுக்கத் தகைவு விடுபட்டு, மரத்தின் நீளம் அதிகரித்துக் குறுக்குப் பரப்பு குறைகிறது அடுத்தடுத்த ஆண்டு வளையங்கள் பிரிகின்றன. இந்தப் பிறை வெடிப்பு (Split) எனப்படுகிறது. இவற்றால் சுளிமுனை மையக் கதிர்கள் பிளவுபடுகின்றன. மரங்களின் இந்தக் குறைகள் (படம் 3.0-இல்) காட்டப்பட்டுள்ளன.

மரங்களின் இவ்வகைக் குந்தகங்கள் அவற்றின் வலுவை, குறிப்பாக வெட்டுவிசை எதிர்ப்பு வலிவைக் குறைத்துவிடு கின்றன. முடிச்சுகளுடன் உள்ள மரம் விட்டமாகப் பயன் குடுத்தப்பட்டால் முடிச்சுகள் அமுக்கம் பெற்ற இழைகளினூடே இருக்க வேண்டும். பிளவு, ஆர வெடிப்பு, வட்ட வெடிப்பு உள்ள மரங்களை உத்திரங்களாகப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

மரச் சிதைவும், மரக்காப்பும்
(Decay and preservation of timber)

இரசாயனப் பொருள்களாலும், உயிரினங்களாலும் மரம் அழிவுப்படுவதை மரச் சிதைவு என்கிறோம். இவற்றில் உளுத்தல், பூச்சிகள் காளான்கள் இவற்றால் ஏற்படும் அழிவு முக்கியமானவை.

உளுத்தல்

மரம் மழையில் நனைதலுக்கும், வெய்யிலில் காய்தலுக்கும் மாறி மாறி உட்படுத்தப்பட்டால், விரிந்தும் சுருங்கியும் நார்களின் பிணைப்பு சிதைந்து விரைவில் மரம் உளுத்து மாவாகிறது. மரம் முழுவதும் நீரிலோ, எப்போதும் உலர்ந்த பகுதியிலோ இருந்தால் மரம் கெடுவதில்லை.

மரம் பலவகைக் காளான்களால் அழிவுறுகிறது.இருட்டான காற்றோட்டமில்லாத சூழ்நிலையில் காளான்கள் மரங்களின் மேல் தோன்றுகின்றன. காளான்களால் தாக்கப்பட்ட மரம் தன் வடிவம் இழந்து சிற்சில இடங்களில் பட்டையிழந்து காணப்படும்.

மரத்தை நாசப்படுத்தும் உயிரினங்களில் முக்கியமானது கறையான் ஆகும். கறையான்கள் மரத்தின் மேல் பாகத்தை அரிக்காமல் உட்பாகத்தை மட்டும் அரித்துக்கொண்டு செல்வதால் அம்மரங்கள் வெளிப்பார்வைக்கு நல்லவை போல் தோன்றினாலும் நாளடைவில் கூடுபோன்று ஆகி வலிமையிழந்து நிற்கும். கறையான் தேக்கு, தேவதரு, வேங்கை, வேம்பு போன்ற மரங்களைத் தாக்குவதில்லை.

மரத்தின் புரைகளைக் கிருமிநாசினி அல்லது இரசாயனக் கலவை கொண்டு நிரப்புவதன் மூலம் மரங்களைப் பாதுகாக்கலாம். இந்தக் கலவைகள் நாளங்களில் ஈரம் புகாத வண்ணமும் காளான்கள் கறையான்கள் மரத்தைத் தாக்காவண்ணமும் பாதுகாக்கின்றன.

தார், கிரியோசோட், துத்தநாகக் குளோரைடு முதலிய பொருள்கள், இரசாயனக் கலவைகளாகப் பயன்படுகின்றன. பக்குவப்படுத்தப்படாத மரங்களை வண்டுகள், கறையான் இவற்றிலிருந்து ஒரு காப்புத்தகடு கொண்டு காக்கலாம் (படம் 3.7)

3.1.4 மரத்தின் வலுவைப் பாதிக்கும் அமிசங்கள்

பொருண்மை, தோற்றம், இழையோட்டத்தின் திசை இவை மரத்தின் வலுவைப் பாதிக்கும் சில தன்மைகள் ஆகும்.

மரத்தின் வலு அதன் பொருண்மையுடன் அதிகரிக்கிறது. ஈரப்பசையைப் பொறுத்து மரத்தின் வலிமை குறைகிறது. செறிவான இழையோட்டம் பெற்ற மரங்கள் அதிக வலுவானவை. முடிச்சுகள், ஆரவெடிப்பு, பிறை வெடிப்பு போன்ற குறைகள் மரத்தின் வலுவைக் குறைக்கின்றன. மரங்கள் அவற்றின் தரம், திடம் (நீடித்துப் பயன்படும் இயல்பு), மரங்கள் பயன்படும் இடம், மரத்தின் இரகங்கள் இவற்றைப் பற்றி வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

3.1.5 . மரங்களை வகைப்படுத்துதல்

இந்திய நாட்டு மரங்கள் கீழ்க்காணும் தகுதிகளுக்காக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

(அ) தரம் — மரங்களின் குறைகளைப் பற்றி (Grade)

(ஆ) இடம் — பயன்படும் இடத்தின் சுற்றுச் சூழ்நிலை பற்றி (Location)

(இ) திடம் — மரத்தின் பயன்படும் காலம் பற்றி (Durability)

(ஈ) இரகம் — மரத்தின் மீள்மைக் குணகம் பற்றி (Type- based on young's modulus)

இவற்றில் முதல் இரண்டு பாகுபாடுகளும் அனுமதிக்கப்படும் தகைவு, காப்புக் காரணி இவற்றைப் பாதிக்கின்றன. மூன்றாவது, நான்காவது பாகுபாடுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட மரம் குறிப்பிட்ட இடத்தில் பயன்படப் பொருத்தமானதா, விட்டங்களின் தோய்வு (Deflection) வரம்புக்கு உட்பட்டதா என நிருணயிக்கப் பயன்படுகின்றன.

3.1.5. தரப்பாகுபாடு (Gradation)

செதுக்கிய கட்டுமான மரங்கள், பதனிடலுக்குப்பின் கீழ்க்காணும் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

(அ) பொறுக்குத் தரம் (Selected grade)

(ஆ) முதல் தரம் (First grade)

(இ) இரண்டாம் தரம் (Second grade)

இந்தத் தரங்களில் அனுமதிக்கப்படும் குறைகள் அட்டவணையில் (எண் 3.3) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.3

குந்தகங்களும், தரப்பிரிப்பும்

முதல் தர மரங்களுக்கான பாண்மைகள்

	பக்கத்தின் அகலம் (mm)					
	75	150	250	350	450	600
முடிச்சுகளின் அளவு (mm)*	19	38	50	57	66	75
முடிச்சுகளின் அளவு (mm)**	19	38	57	81	93	150
பிறைவெடிப்புகளின் ஆழம் (mm)	25	50	81	115	150	200
இழையோட்ட சாய்வு	15-இல் 1-இற்குள்					

குறிப்புகள்

1. *குறுகிய பக்கத்திலும் அகலமான பக்கத்தின், கால் பங்குக்குள் கீழ் மேல் விளிம்புகளுக்கு அருகிலும் உள்ள முடிச்சுகளுக்கு

   **அகலமான பக்கத்தின் நடுப்பாதிக்குள் உள்ள முடிச்சுகளுக்கு

2. பொறுக்குத் தர மரங்களுக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட குறைகளின் அளவு அட்டவணையில் கண்ட அளவுகளின் பாதி இழையோட்டச் சாய்வு 20-இல் 1-இற்குக் குறைவு.

3. இரண்டாம் தர மரங்களுக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட குறைகளின் அளவு அட்டவணையில் கண்ட அளவுகளின் 1.5 மடங்கு

   இழையோட்டச் சாய்வு 12-இல் 1-இற்குக் குறைவு.

அட்டவணையில் (எண் 3.1) கொடுக்கப்பட்டுள்ள அனுமதிக்கப்பட வேண்டிய தகைவின் அளவு முதல் தர மரங் களுமாகும். பொறுக்குத் தர மரங்களுக்கான இந்த அளவு முதல் தர மரங்களின் தகைவைப் போல் 7/6 (1.16) பங்கு ஆகும். இரண்டாம் தர மரங்களுக்கு முதல் தர மரங்களின் தகைவு 5/6 பங்கு அனுமதிக்கப்படுகிறது.

மரம் பயன்படுத்தப்படும் நிலை இடம் (Location)

மரத்தின் வலு அது நிலை கொண்டுள்ள இடத்தைப் பொறுத்ததாகும். வெளிச் சூழ்நிலையில் மரங்கள் நனைந்து உலர்கின்றன. ஆனால், கட்டடங்களின் உள்ளே உள்ள மரம் எப்பொழுதும் காக்கப்படுகிறது. ஈரமான நிலைகளில் உள்ள மரம், எப்பொழுதும் நனைந்தோ, ஈரமாகவோ இருக்கின்றது. நிலத்தூண்கள், மரத்தாலான கடைக்கால்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. மரத்தின் அனுமதிக்கப்பட வேண்டிய தகைவின் அளவு அதன் நிலையைப் பொறுத்தது. வெவ்வேறு நிலைகளுக் கான தகைவு அளவுகள் அட்டவணையில் (எண்.3.1)கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

மரத்தின் திடம்

மரத்தின் நீடித்து நிலைக்கும் தன்மை அல்லது திடம் அதன் பயன்படும் கால அளவைப் பொறுத்து மூன்று வகைப் படுத்தப்படுகிறது.

உயர் திடம்: 120 மாதங்களுக்கு மேல் சராசரி வாழ்வு கொண்டவை

சாதாரணத் திடம்: 60-120 மாதங்கள் சராசரி வாழ்வு கொண்டவை

குறை திடம்: 60 மாதங்களுக்குள் சராசரி வாழ்வு கொண்டவை.

வெவ்வேறு மரங்களின் திடங்கள் அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. (எண். 3. 4)

இரகப் பிரிப்பு

இந்தியாவில் பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு மரங்கள் அ, ஆ, இ என்ற மூன்று இரகங்களாக வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இந்தப் பிரிப்பு மரங்கள் நீள்மைக் குணகம் (Elastic modulus) பற்றியதாகும். நீள்மைக்குணகம் 12.7 KN/mm^2-இற்கு அதிகம் பெற்ற மரங்கள். (அ) இரகத்தைச் சார்ந்தவை. கருங்காலி. கருவாகை, சிறுநாகம் புலிச்சி. மயிலாடி இவை இந்த இரகத்தில் அடங்கும். 9.6 KN/mm^2-இற்கும் 12.7 KN/mm^2-இற்கும் இடையில் நீள்மைக்குணகம் பெற்ற மரவகைகள் (ஆ) — இரகத்தில் சேர்ககப்பட்டுள்ளன கரு. வேலம், தேக்கு, வெண்தேக்கு, கருமருது, மஞ்சக்கடம்பை இவை இந்த இரகத்தில் அடங்கும். மீள்மைக் குணகம் 9.6 KN/mm^2-இற்குக் கீழ் பெற்ற மரங்கள் (இ) இரகத்தைச் சார்ந்தவை மா, நீர்க்கடம்பை, பாதிரி, வெள்ளை மருது போன்றவை 'இ' இரகத்தில் அடங்கும். இந்த மூன்று இரகங் களைச் சேர்ந்த பல்வேறு மரங்கள் அட்டவணைப் படுத்தப் பட்டுள்ளன (அட்டவணை எண் 3 4)

அட்டவணை 3.4

மர வகைகள்

வகை	பொருண்மை (12% ஈரம்) Kg/m³	திடம்	கிடைக்கும் அளவு
அ. இரகம்			
கருங்காலி (Khair)	1010	உயர்	ச
கருவாகை (Kalasiris)	735	உயர்	ந
தடச்சி (Dhaman)	785	சாதாரணம்	ந
வெள்ளைக் கோங்கு (Hopea)	945	உயர்	ந
சிறு நாகம் (Mesua)	995	உயர்	க
வாக்கலா (Ballagi)	1135	உயர்	ந

செம்மரம் (Red sanders)	1105	உயர்	ங
புலிச்சி (Kusum)	1089	குறை	ங
மயிலாடி (Milla)	930	உயர்	ச
ஆ. இரகம்			
கருவேலம் (Babul)	785	குறை	ச
மலங் கொன்னை (Mundani)	690	குறை	ங
வாகை (Kakko)	640	உயர்	ங
சவுக்கு (Casuarina)	850	குறை	க
அகில் (Chick rassy)	675	சாதாரணம்	ங
பாலி (Pali)	675	சாதாரணம்	க
கரஞ்சாலி (Gurjon)	785	குறை	க
தைலமரம் (Euclyptus)	850	உயர்	ங
செங்குறிஞ்சி (Gluta)	720	உயர்	ச
நாவல் (Jaman)	850	சாதாரணம்	ங
கரணை	640	குறை	ங
வெண் தேக்கு (Benteak)	675	உயர்	க
வேங்கை (Bijasal)	800	உயர்	ங
தேக்கு (Teak)	640	உயர்	க
தாலி, தாந்திரி (Bahera)	801	குறை	க
கடுக்காய் (Harda)	913	குறை	ங
பிள்ளை மருது (Kindal)	770	சாதாரணம்	க
கரி மருது (Laurel)	850	சாதாரணம்	க
இருள் (Irul)	850	உயர்	க
வெள்ளை வாகை (Safed sins)	640	சாதாரணம்	ச
கடம்பம் (Kadam)	480	குறை	ச

மஞ்சக் கடம்பை (Haldu)	675	குறை	க
பலா (Kathal)	595	உயர்	ங
வேம்பு (Neem)	836		—
ஆடா மருது (Kasi)	595	சாதாரணம்	ச
புன்னை, பின்னை (Poon)	655	குறை	ச
சந்தன வேம்பு (Toon)	529	குறை	ங
ஈட்டி (Rose wood)	755	உயர்	க
ஆயா, காஞ்சியா (Kanju)	595	குறை	ச
பூ மருது (Jarul)	625	சாதாரணம்	ச
உருத்திராக்கம் (Rudak)	480		ச
குமிலு (Gamari)	515	உயர்	ங
இ. இரக மரங்கள்			
மா	690	குறை	ங
நீர்க்கடம்பை (Kaim)	657	குறை	ங
பாதிரி (Padri)	705	குறை	ங
வெள்ளை மருது (Arjun)	801	சாதாரணம்	ங

குறிப்பு: மரங்கள் கிடைக்கும் அளவு பற்றிக் கீழ்காணும் வண்ணம் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

ஆண்டுக்கு 1000 டன்னுக்கு மேல் கிடைப்பவை — க

ஆண்டுக்கு 250 முதல் 1000 டன் கிடைப்பவை — ங

ஆண்டுக்கு 250 டன்னுக்குக் கீழ் கிடைப்பவை — ச

அட்டவணை 3.5

முதல் தர மரங்களில் அனுமதிக்க வேண்டிய தகைவுகளின் அளவு (N/mm^2)

அனுமதிக்க வேண்டிய தகைவு	நிலை	மரத்தின் இரகம் அ	ஆ	இ
(1) வளைப்பு இழைகளுக்கு இணையாக இழுப்பு	உள்	18.2	12.3	8.4
	வெளி	15.2	10.2	7.0
	நனை	12.0	8.1	6.0

2.	நறுக்குக் கிடையாக	எல்லா நிலைகள்	1.2	0.9	0.6
	இழைகளுக்கு இணையாக		1.7	1.3	0.9
3.	இழைகளுக்கு இணையான அமுக்கம்	உள்	12.0	7.0	6.4
		வெளி	10.6	6.3	5·6
		நனை	8.8	5.8	4.6
4.	இழைகளுக்குக் குத்தான அமுக்கம்	உள்	6.0	2.2	2.2
		வெளி	4.6	1.8	1.7
		நனை	3.8	1.5	1.4

அட்டவணை 3.6

பளுதாங்கும் கால அளவுக்கான வேறுபாட்டுக் குணகம்

பளுவின் கால அளவு	**மாறுபாட்டுக் குணகம்**
தொடர்ச்சியாக	1.0
இரண்டு மாதங்கள்	1.15
ஏழு நாள்கள்	1.25
காற்று, பூகம்பம்	1.33
உடன், திடீர் அதிர்வுகள்	2.00

பளுவை மரக்கட்டுமானங்கள் எதிர்கொள்ளும் கால அளவினுக்கேற்ப அனுமதிக்கப்பட வேண்டிய தகைவின் அளவு மாறுபடுகிறது. அட்டவணையில் கண்ட குணகங்களைக் கொண்டு தகைவுகளைப் பெருக்கிப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

3.2 கட்டுமான அளவுக் கணக்கீட்டிற்கான சில நியதிகள்

3.2.1 தாங்கு தகைவு (Bearing stress)

அனுமதிக்கப்படும் தாங்கு தகைவு இழையோட்டத்திற்கு இணையாக அனுமதிக்கப்படும் தகைவு, பெற்ற சாய்வு,

தாங்கும் பரப்பின் நீளம், சட்டத்தின் முடிவிலிருந்து இந்தப் பரப்பு அமையும் தூரம் இவற்றைப் பொறுத்தது.

இழையோட்டத்திற்கு இணையான தாங்கு தகைவு இழை யோட்டத்திற்குக் குத்தான தாங்கு தகைவு, பொருத்தமான அமுக்கத் தகைவை ஒரு கெழுவால் (K) பெருக்கிக் கிடைத்த அளவாகும். இந்தக் கெழு, தாங்கு பரப்பின் பொருத்தமான (அட்டவணை 3.7) தாங்கு பரப்புச் சட்டத்தின் இறுதியிலிருந்து 75 மி.மீ. தொலைக்கு அதிகமான இடத்தில் இருக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 3.7

தாங்கு பரப்புக்கான மாறுதல் குணகம் (K)

தாங்கு பரப்பின் நீளம் (மி.மீ)mm	15.0	25.0	40.00	50.00	75.00	100	150-இற்கு மேல்
கெழு K	1.67	1.40	1.25	1.20	1.13	1.10	1.00

இதே கெழுக்கள் துளை வட்டில்களுக்குக் கீழ் உள்ள பரப்பின் தகைவைக் கணக்கிடவும் பயன்படுகின்றன. நீளமாக வட்டிலின் விட்டத்தையோ, பக்கத்தின் அளவையோ பயன் படுத்தலாம்.

தகைவின் போக்கு இழையோட்டத்திற்குச் சாய்ந்திருந்தால் அனுமதிக்கப்பட வேண்டிய தகைவு (f_{ce}) கீழ்க்கண்ட சமன் பாடுபடி அமைகிறது (படம் 3.8)

$$f_{ce} = \frac{f_{cp} \times f_{cn}}{f_{cp} \sin^2\theta + f_{cn} \cos^2\theta}$$

f_{ce} = தாங்கு தகைவு (சாய்வுக்கான)

f_{cp} = அனுமதிக்கப்பட்ட இழையோட்டத்திற்கு இணையான அமுக்கத் தகைவு

f_{cn} = அனுமதிக்கப்பட்ட இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான அமுக்கத் தகைவு

θ = இழையோட்டத்திற்கும், தகைவிற்கும் இடையில் உள்ள கோணம் (படம் 3. 8)

எடுத்துக்காட்டு 3.1

50mm பக்க அகலமுள்ள சதுர வட்டிலுக்குப் பிள்ளை மருது மரத்தின் மேல் அனுமதிக்கப்படும் தாங்கு தகைவைக் கணக்கிடுக. மரையாணி இழையோட்டத்திற்கு 60° கோணத்தில் உள்ளது. மரம் பொறுக்கும் தரத்தைச் சார்ந்தது. உள் நிலைகளில் பயன்படுகிறது.

பிள்ளை மருது ஆ — இரகத்தைச் சார்ந்தது.

பொறுக்குத் தர மரத்திற்கு உள்நிலையில் ஆ-இரக மரத்திற்கு

இழையோட்டத்திற்கு இணையான அழுக்கத் தகைவு (f_{cp})

$$= 1.16 \times 7.0 = 7.8 \text{ N/mm}^2$$

இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான தகைவு (f_{cn})

$$= 1.16 \times 2.2 = 2.65 \text{ N/mm}^2$$

வட்டிலின் மேல் சுமத்தப்படும் தகைவு இழையோட்டத்திற்கு 60° கோணத்தில் உள்ளது. $\theta = 60°$

எனவே,

$$f_{c\theta} = \frac{f_{cp}\ f_{cn}}{f_{cp} \text{ Sin}^2\theta + f_{cp} \cos^2\theta}$$

$$= \frac{7.8 \times 2.65}{7.80 \times \text{Sin}^2 60° + 26.5 \text{ Cos}^2 60°}$$

$$= 3.18 \text{ N/mm}^2$$

50 mm நீளமுள்ள வட்டிலின் தாங்கு பரப்புக்கு

கெழு $K = 1.2$ (அட்டவணை 3.7)

வட்டிலின் கீழ் உள்ள தாங்கு தகைவு $= 1.2 \times 3.18 \text{ N/mm}^2$

$$= 3.82 \text{ N/mm}^2$$

3.3 மரக்கட்டுமானங்களின் இணைப்புகள் (Timber joints)

மர வேலைகளில் கீழ்க்காணும் ஐந்து வகை இணைப்புகள் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சட்ட இணைப்பு, (Framed joint), மரையாணி இணைப்பு, (Bolted), ஆணி (Nail), திருகாணி (Screw), வட்டில் நெம்பு (Disc dowel) இணைப்புகள் ஆகியவையாகும். பசையிட்டு ஒட்டும் இணைப்புகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3.3.1 சட்டக இணைப்பு

மரச் சட்டங்களின் இணைப்பு — சட்டங்களின் வடிவமைப்பையொட்டியே அமையுமானால் அவ்வகை இணைப்புகள் சட்டக இணைப்புகள் என்று கருதப்படுகின்றன.

மரச் சட்டங்களில் காடி (Notch) எடுத்தல், துளையிடுதல், குருத்துச் செதுக்குதல், முட்ட வைத்து மர ஆணியிடுதல் இவையே சட்டக இணைப்பின் வழிகளாகும். சட்டக இணைப்பு, சட்டங்களை நீட்டுவதற்கும் (Lengthening) ஒட்டுவதற்கும் பயன்படுகிறது. சட்டக இணைப்புகளில் மட்ட இணைப்பு (Lap joint), காடி எடுத்த மட்ட இணைப்பு (Half lap), கத்தரிப்பு இணைப்பு, பிணைப்பலகை மூட்டிணைப்பு, (Single cover butt joint) இவை முக்கியமானவை. (படம் 3.10) சில வகைப் பிணைப்புகளைக் காட்டுகிறது.

மட்டப் பலகை இணைப்பு ஒன்றன் மேல் ஒன்று சட்டங்களை வைத்துப் பிணைக்கும் சுலபமான இணைப்பாகும். மாறாக இரு சட்டங்களிலும் காடி வெட்டியெடுத்து இணைப்பது காடி இணைப்பு (Notched joint) எனப்படும் சட்டங்களின் பகுதிகளைப் பொருத்தமாக வெட்டி, சட்டங்களைச் சேர்ப்பது கத்தரிப்பு இணைப்பு (Scarfed joint) எனப்படும். இந்தக் கத்தரிப்புகள் நேர்க் குத்தாகவும் கோணலாகவும் இருக்கலாம்.

கட்டைகளை மூட்டிப் பிணைக்க மூடிப் பலகைப் (Cover plate) பிணைப்பைப் பலகைகளாகப் பயன்படுத்தலாம். பிணைப் பலகை இணைப்பு, கத்தரி இணைப்பைவிட அதிகச் செயல் திறன் பெற்றது. கத்தரிப்பு இணைப்பு இழுவிசையைத் தாங்கும்பொழுது அதன் இயல்திறன் 50%-இற்கு அதிகமாக இருக்க முடியாது.

எடுத்துக்காட்டு 3.2

ஒரு தேக்கு மரச்சட்டம் 50mm × 200mm அளவுள்ளது. அது ஒரு தூலகக் கட்டின் நாணாகப் பயன்பட்டு, 41.0 KN பளுவைத் தாங்குகிறது. அதை நீட்டிடப் பயன்படும் முட்டிணைப்பைக் காண்க.

பிணைக்கப்படும் சட்டங்களின் மேலும் கீழும் இரண்டு மூடிப் பலகைகளைப் பயன்படுத்தி, கத்தரிப்புப் பிணைப் பலகை முட்டிணைப்பாக இந்த இணைப்பைக் கருதலாம்.

மூடிப் பலகைகளின் மொத்தப் பருமன் முக்கியச் சட்டத்தின் பருமனைப்போல் 1.5 மடங்காக இருக்கவேண்டும்.

அச்சு வழி இழுவிசையான அளவு $= 41 \times 10^3 N$

அனுமதிக்கப்படும் இழுவிசை தகைவு $= 10.2\ N/mm^2$
(அட்டவணை 3.6)

மொத்தம் தேவைப்படும் பரப்பு $= \dfrac{41 \times 10^3}{10.2} = 4000\ mm^2$

கட்டையின் அகலம் $= 200mm$

கட்டையின் குறைந்த அளவு பருமன் $= \dfrac{4000}{200} = 20mm$

: கட்டையின் பருமனில் 1.5 மடங்கு

பிணைப் பலகைகளின் பருமன் $= 1.5 \times 50 = 30mm$

ஓர் இணைப்பலகையின் பருமன் 20 mm ஆகட்டும்

இணைப்புப் பலகைப்பிடிப்பின் பருமன் இழையோட்டத்திற்கு இணையான அமுக்கம் பற்றிக் கணக்கிடப்படுகிறது.

பிடிப்பு $= \dfrac{41 \times 10^3}{200 \times 7.8} = 26mm$

பிணைப் பலகைகளிலும் 13mm காடி வெட்டிட வேண்டும்.
இரு பக்கங்களில் காடிகள் போக, மீதி

சட்டத்தின் பருமன் : $50 - 2 \times 13$

: 24mm

$> 20mm$

காடியின் நீளம் இழையோட்டத்திற்கு இணையாக வெட்டு விசையைத் தாங்குவதற்கு ஏற்றதாக இருக்க வேண்டும்.

மூட்டுக்கு மரத்திற்கு இழையோட்டத்திற்கு இணையான அனுமதிக்கப்பட்ட நறுக்குத் தகைவு $= 1.0$ N/mm²

$$\text{காடி நீளம்} = \frac{41 \times 10^3}{2 \times 200} = 105\text{mm}$$

மரையாணி (Bolt)

படம் 3.11-இல் உள்ள வெட்டுத் தோற்றத்தின் பிணைப் பலகையின் அ-ஆ பகுதியைக் காண்போம். இரண்டு சமமான எதிரிடை விசைகள் காடியின் மையத்திலும் படிமானத்தின் மையத்திலும் இருக்கின்றன. இடஞ்சுழி வாக்கில் இவை சட்டத்தை வளைத்து, அதை எகிற வைக்க முயலுகின்ற நிலையில் அழுத்த மரையாணி பயன்படுகிறது. மரையாணியின் தோன்றும் இழுவிசையின் திருப்புக்குச் சமமாக எகிறும் திருப்பு விசையைக்கொண்டு ஆணியின் இழுவிசையைக் கணக்கிடலாம். எனவே, மரையாணியின் இழுவிசை

$$T = \frac{\frac{41 \times 10^3}{2} \times \frac{13 + 20}{2}}{\frac{105}{2}} = 6.4\ \text{KN}$$

இரும்புக்கு அனுமதிக்கப்பட்ட இழு தகைவாக 140 N/mm² எனக் கொண்டு

$$\text{மரையாணியின் நிகரப் பரப்பு} = \frac{T}{140}\ \text{mm}^2$$

$$= \frac{6.4 \times 10^3}{140} = 46\text{mm}^2$$

12 mm விட்டமுள்ள மரையாணி நிகரப் பரப்பாக 78 mm² கொடுக்கிறது. எனவே அதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

வட்டில் தகடு (WasherPlate)

மரையாணியின் குவிந்துள்ள விசையைச் சட்டத்தின் மேல் சீராகப் பரவலாக்க வட்டில் தகடு பயன்படுகிறது. மரத்தின் இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான திசையில் அனுமதிக்கப்பட்ட அமுக்கத் தகைவு $= 2.6\ N/mm^2$

60mm × 60mm சதுரத்தில் 15mm விட்டமுள்ள துளை கொண்டவட்டில் தகட்டைப் பயன்படுத்துவோம்.

60mm வட்டில் தகட்டுக்கு அட்டவணையிலிருந்து (எண்3.7)

$$\text{கெழு } K : \left(1.20 - \frac{1 \times 0.7}{2.5}\right) = 1.17$$

குத்து அமுக்கத்தகைவு $= 2.6\ N/mm^2$

மாறுபட்ட குத்து அமுக்கத் தகைவு $= 1.17 \times 2.6$

$= 3.04\ N/mm$

வட்டில் தகடு படியும் பரப்பு

$$= 60 \times 60 - \frac{\pi \times 15^2}{4} = 3420 mm^2$$

அனுமதிக்கப்படும் பளு $= 3420 \times 3.04$

$= 10420N > 6400N$

மத்தியக் கோட்டுக்கு இருபுறமும் அமைந்த துருத்துவிட்டமாக (Cantilever) இரும்புத் தகடு கருதப்பட்டு அதன் பருமன் கணக்கிடப்படுகிறது. வட்டில் தகட்டின் கீழுள்ள அழுத்தம் $= 6400/3420 = 1.87\ N/mm^2$

அச்சைச் சுற்றித் தகடு தகைவால் திருப்பப்படுவதாகக் கருதித் திருப்புவிசை $(M) = \frac{1.87}{2} \times 60 \times 30^2$

$= 504\ 90\ N/mm$

வளைத் தகைவை $f = 187\ N/mm^2$ ஆக எடுத்துக்கொண்டு, தேவையான சட்டக் குணகம் z (Section modulus)

$$Z = \frac{M}{f} = \frac{50490}{187} = 270$$

$$= \frac{(60-15)\ t^2}{6}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

எனவே 60 mm × 60 mm × 6 mm இரும்புச் சதுர வட்டிலைப் பயன்படுத்துக. (படம் 3.12)

3.3.2 மரையாணி இணைப்பு

கத்தரிப்பு இணைப்பு, பிணைப்பலகை இணைப்பு, இந்த இரண்டு வகை இணைப்புகளிலும் பலகைகளை ஒன்று சேர்த்து வைக்க மரையாணிகள் பயன்படுகின்றன.

இழு விசைக்கு ஆளான ஒரு மூட்டிணைப்பை ஆராய்வோம். படம் (எண் 3. 13) மரையாணியின் தண்டின் மேல் உள்ள தகைவு மாற்றத்தைக் (Stress distribution) காட்டுகிறது. இந்தத் தாங்கு தகைவுகள் சீராக இல்லாமலிருப்பதைக் காணலாம்

மரையாணியின் பிடிப்பு அதிகமானால் அதிக அளவு தகைவுக்கும் குறைந்த அளவு தகைப்புக்குமான மாறுபாடு அதிகமாகிறது. எனவே, மரையாணியின் நீள, விட்டங்களுக்கிடையே ஆன விகிதம் அதிகமானால் அதன் செயல்பாட்டுத் திறன் குறைகிறது. "f_{cp}" ஒரு கட்டையின் இழையோட்டத்திற்கு இணையான பயன்படு தகைவானால், ஒரு மரையாணியின் கீழுள்ள சராசரிச் சீரான தாங்கு தகைவு λf_{cp} எனக் கொள்ளலாம். λ என்பது நீளவிட்ட விகிதத்தைப் பொறுத்து அமையும் ஒரு குணகம் ஆகும். மேலும், மரையாணியின் தண்டின் இழைகளுக்கு இடையில் உள்ள தாங்கு தகைவு சீராக இருப்பதில்லை. (படம் 3.14)

விட்டம் குறைந்த மரையாணியில் அதிகத் தகைவுக்கும் குறைந்த தகைவுக்குமான விகிதம் மிக அதிகம். இழைகள் அதிகத் தகைவில் நெகிழும் (Yield) போது குறைந்த அளவில்

தகைவு பெற்ற இழைகள் மேலும் அதிகத் தகைவைத் தாங்க வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, குறைந்த விட்டமுள்ள மரையாணி அதிக விட்டமுள்ள மரையாணி இவற்றின் இழையோட்டத் திற்குக் குறுக்காக உள்ள தாங்கு தகைவை வேறுபடுத்திட β என்ற குணகத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இந்தக் குணகங்கள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (எண் 3.8)

எனவே, இழையோட்டத்திற்குக் குத்தாக ஒரு மரையாணி தகைவைத் தாங்குமானால் மரையாணியின் அனுமதிக்கப்படும்

தாங்கு தகைவு $= \beta \lambda_1 f_{cn}$ என அமைகிறது.

இங்கு λ_1 நீள விட்ட விகிதங்களுக்கான "λ" போன்ற குணகம், மற்றும் f_{cn} = இழையோட்டத்திற்குக் குத்தாக அனுமதிக்கப் பட்ட மரத்தின் தகைபு ஆகும்.

அட்டவணை எண் 3.8

மரையாணி இணைப்புக்கான குணகங்கள்

நீ/வி	λ	λ_1	ϕ	β
1	1.00	1.00	6	2.56
3	1.00	1.00	10	1.95
5	0.78	1.00	13	1.68
7	0.65	1.00	16	1.52
9	0.50	0.87	19	1.41
11	0.42	0.67	22	1.33
13	0.35	0.55	25	1.27

அனுமதிக்கப்படும் தகைவு இழைகளுக்கு இணையானது
$f_{cp} = \lambda f_{op}$

இழையோட்டத்திற்குக் குத்தாக $f_{cn} = \beta \lambda_1 f_{on}$

இழையோட்டத்திற்கு θ° கோணத்தில்

$$f^{1}_{c\theta} = \frac{f'_{cp}\, f'_{cn}}{f_{cp} \sin^2\theta + f'_{cn} \cos^2\theta}$$

மரையாணி இணைப்பிற்கான வேறு சில சிறப்பு இயல்புகள் கீழ்க்கண்டவையாகும்.

மரையாணியின் விட்டம் ϕ எனக் கொண்டால்

(அ) மரையாணிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் இடைத் தூரம் : 4ϕ

(ஆ) ஆணிகள் அமைந்த கோடுகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் கோடிடைத்தூரம் (Pitch)

: $2.5\ \phi$ $(l/\phi < 2)$ இழைகளுக்கு இணை
: $5\ \phi$ $(2 < l/\phi)$ யான தாங்குதல்
: $5\ \phi$ (இழைகளுக்குக் குத்தான தாங்குதல்)

இ) கடைத்தூரம் : கட்டையின் இறுதிக்கும் அடுத்துள்ள (end distance) மரையாணிக்கும் உள்ள தூரம்.

$= 7\ \phi$ மென்மரத்தில் — இழையோட்டத்திற்கு இணையான இழுவைக்காக
$= 5\ \phi$ மென்மரத்தில் இழையோட்டத்திற்கு இணையான இழுவைக்காக
$= 4\ \phi$ வன்/மென்மரத்தில் இழையோட்டத்திற்கு இணையான அழுக்கத்திற்காக
$= 4\ \phi$ வன்/மென் மரத்தில் இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான அமுக்கத்திற்காக

விளிம்புத் தூரம் $= 1.5\ \phi\ (l/\phi < 6)$

(Edge distance) (இழையோட்டத்திற்கு இணையான பளு)
$= \frac{1}{2} \times$ கோட்டிடைத்தூரம்
$= 4 \times \phi$ (இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான பளுவுக்கு)

எடுத்துக்காட்டு 3.3

ஒரு T வடிவ இணைப்பு 100 mm × 250 mm குறுக்கு வெட்டு அளவுள்ள ஒரு பிள்ளைமருது கிடைச் சட்டத்தையும், 50 mm × 250 mm அளவுள்ள தேக்குக் கட்டைகள் இரண்டு பெற்ற குத்துச் சட்டத்தையும் இணைக்கிறது. நான்கு 19mm விட்டமுள்ள மரையாணிகள் பயன்படுத்தப்பட்டால், குத்துச் சட்டம் தாங்கும் அதிகமான அமுக்கத்தையும் கணக்கிடுக. சட்டம் ஓர் உள்ளறையில் உள்ளது (படம் 3.15).

கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்கள்:

கிடைச்சட்டம்	: 250 × 100mm
மரம்	: பிள்ளை மருது
இழையோட்டத்திற்குக் குத்தான அனுமதித் தகைவு	$f_{cn} = 2.2 N/mm^2$
குத்துச் சட்டம்	இரண்டு × 250 × 50
இழையோட்டத்திற்கு இணையான அனுமதித் தகைவு f_{cp}	: 7 N/mm^2

கணக்கீடு

மரையாணியின் நீளம்/விட்டம் விகிதம்

$$\text{நீளம் } (l) = 100 + 2 \times 50 = 200\text{mm}$$

$$\text{விட்டம் } (\emptyset) = 19\text{mm}$$

$$\text{விகிதம்} = \frac{1}{\emptyset} = \frac{200}{19}$$

அட்டவணையிலிருந்து இடைச்செருகி (Interpolate) மதிப்பிடப் பட்ட

$$\lambda = 0.44$$

$$\lambda_1 = 0.74$$

$$\beta = 1.41$$

அனுமதிக்கப்படும் பளு = தாங்கு பரப்பு × அனுமதிக்கப்பட்ட தாங்கு தகைவு

$= 4 \times (100 \times 19)\,(\beta \times \lambda_1 \times f_{cn})$

$= 4 \times 100 \times 19 \times 1.41 \times 0.74 \times 2.2$

$= 17446$ N

எடுத்துக்காட்டு 3.4

100mm × 250mm அளவுள்ள இழுப்புக்கான ஒரு வெண் தேக்கு மரம் 120 KN பளுவைத் தாங்குகிறது. அந்த மரச் சட்டத்தை 22mm விட்டமுள்ள மரையாணிகளால் மூட்டிணைப்பால் நீட்டுவதற்கான ஓர் அமைப்பைக் கணக்கிடுக. 50mm பருமனுள்ள மர மூடிச் சட்டங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

மரையாணியின் நீளம் $(l) = 100 + 50 + 50 = 200$mm

விட்டம் $(\phi) = 22$mm

$$\frac{l}{\phi} \text{ விகிதம்} = \frac{200}{22} = 9.1$$

$$\beta = 0.5$$

அட்டவணையிலிருந்து வெண் தேக்கின் தாங்கு தகைவு (இழையோட்டத்திற்கு இணையான) $= f_{cp}$

$= 7.0$ N/mm²

மரையாணியின மேல் உள்ள அழுத்தம் $= 0.5 \times 7 = 3.5$

மூடிப் பலகைகள் இந்த அழுத்தத்தின் செயல் திறனை 80% ஆகக் குறைப்பதால்

பாதுகாப்பான அழுத்தம் $= 0.8 \times 3.5 = 2.8$ N/mm²

ஒரு மரையாணியின் தாங்கும் பளு

$= 2.8 \times 22 \times 100 = 6160$

$$\text{தேவையான மரையாணிகள்} = \frac{120 \times 1000}{6160} = 19.4$$

தேவையான மரையாணிகள் = 20 எண்கள் (ஒவ்வொரு புறமும்)

3.3.3 ஆணிகள் கொண்ட இணைப்பு

ஆணிகள் கொண்டு மரச்சட்டங்களை இணைக்கும் எளிய முறை மரத் தூலகக் கட்டுகளின் பிணைப்புகளுக்கும், சட்டங்களை நீட்டுவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆணிக்களுக்கான பான்மை IS723 - 1961-இல் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆணிகளின் அளவு விகிதங்கள் IS2366-1963-இல் கூறப்பட்டுள்ளன.

ஆணிகள் பட்டை முனை கொண்டவை, மழுங்கிய முனை கொண்டவை, கூர் முனை கொண்டவை என வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. கூர் முனை கொண்ட ஆணிகள் இழைகளைச் சேதப்படுத்துவதால் முதல் இரண்டு வகை ஆணிகளும் இணைப்புகளுக்குச் சிறந்தவை.

முன் துளையிடுதல் (Pre boring)

மென் மரங்களில் ஆணியை வெறுமையாக அடித்து இறக்கலாம். ஆனால், வன் மரங்களில் ஆணிகள் அடிக்க வேண்டிய இடங்களில் துளைகளை முதலில் இட வேண்டும். இவ்வாறு முன்பே துளைகளைக் குடையாவிட்டால் ஆணிகளை ஏற்றும் பொழுது மரம் பிளப்பதற்கு ஏதுவாகிறது. அல்லது ஆணிகள் வளைந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு இடப்படும் துளைகளின் விட்டம் ஆணிகளின் விட்டத்தில் 4/5 பங்கு இருக்க வேண்டும்.

ஆணிகளை மடித்து அடித்தல் (Clenching)

ஆணிகளின் கீழ்ப் பகுதியைப் பலகைகளின் மேல் மடித்து அடித்தல், அவற்றின் பக்கவாட்டு வளைவுத் திறனை எதிர்க்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. (படம் 3.16) இவ்வாறு மடித்து அடித்த ஆணிகளைக் காட்டுகிறது. ஆணிகளை மடிப்பது இழைகளுக்குக் குறுக்காக இருக்க வேண்டும். மடித்து அடித்த நீளம் 6 mm முதல் 19 mm வரை இருக்கலாம். அதிக நீள மடிப்புகள் ஆணிகளின் வலுவை மேலும் அதிகமாக்குவதில்லை. ஆணி இணைக்கொண்ட இணைப்புகளுக்குக் காடி, பாளி எடுக்க வேண்டியதில்லை, பிணைப்புப் பலகைகள், அல்லது மரயாணி

கள் தேவைப்படுவதில்லை. ஆணி வகை இணைப்பு 15m நீளம் வரை உள்ள உத்திரங்களுக்குப் பயன்படுகிறது.

ஆணி இணைப்புகளின் வலிமையும், சிக்கனமும் — அவை இணைக்கும் மரங்களின் வகை, ஆணிகளின் பருமன், எண்ணிக்கை, ஆணிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் அவை நேராக அடிக்கப்படுகிறதா அல்லது சாய்த்து அடிக்கப்படுகிறதா ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவை. 40 KN முதல் 50 KN வரை பளு தாங்கும் வன் மரங்களுக்கும், 20 KN முதல் 25 KN வரை பளு தாங்கும் மென் மரங்களுக்கும் ஆணி இணைப்புகள் சிறந்தவை.

ஆணி வகை இணைப்புக்கான சில மரபுகள்.

(1) இணைக்கப்படும் சட்டங்களின் குறைந்த அளவு பருமன் 15 mm ஆகவும், அதிக அளவு பருமன் 100 mm ஆகவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

(2) சட்டங்களின் அதிக அளவு நீளம் 4.5 m ஆக நிருணயக்கப்பட்டுள்ளது.

(3) சட்டங்களின் அகலத்தின் அளவு பருமனின் எட்டு மடங்கு அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கக் கூடாது.

(4) மூடிப் பலகைகளின் பருமன் முக்கியச் சட்டத்தின் பருமனைப் போல் $1\frac{1}{2}$ மடங்கு இருக்க வேண்டும்.

ஆணிகளுக்கான இயல்புகள்

(1) சாதாரண கம்பி ஆணிகள் 550 N/mm^2 இழுப்பு வலுப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

(2) ஆணிகளின் விட்டம் முக்கியச் சட்டத்தின் பருமனின் $\frac{1}{4}$ முதல் 1/6 பங்காக இருக்க வேண்டும்.

(3) ஆணிகளின் நீளம் இணைக்கப்படவுள்ள சட்டங்களில் உள்ள பருமன் குறைந்த சட்டத்தின் பருமனைப்

போல் $2\frac{1}{2}$ மடங்கு அல்லது அவற்றின் நுனிகளை ஏற்றுள்ள சட்டத்தின் பருமனில் 2/3 பங்கு ஏறும் அளவு இருக்க வேண்டும்.

(4) ஆணிகள் கூட்டமாக அடிக்கப்படும்பொழுது கூட்டத்தின் மையம், முக்கியச் சட்டத்தின் அச்சின் மேல் இருக்க வேண்டும்.

(5) இழையோட்டத்திற்கு இணையாக ஆணிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் ஆணியின் விட்டத்திற்கு 10 மடங்குக்கு அதிகமாக இருக்கக்கூடாது.

(6) ஆணிகளின் வரிசைகளுக்கிடையே உள்ள அதிகமான கோட்டிடைத் தூரம் மூன்று மடங்கு விட்டம் என நிருணயக்கப்பட்டுள்ளது.

(7) சட்டங்களின் இறுதிக்கும் முதல் ஆணிக்கும் இடையே உள்ள அதிகமான கடைத்தூரம் இழைகளுக்கு இணையாக அளக்கப்படும் பொழுது 10 மடங்கு விட்டம் என நிருணயக்கப்பட்டுள்ளது.

(8) இழையோட்டத்திற்குக் குறுக்கே இறுதி ஆணிக்கும் சட்டத்தின் விளிம்புக்கும் இடையே உள்ள விளிம்புத் தூரம் '5 மடங்கு விட்டம்' என்ற அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கக்கூடாது.

(9) ஒரு நேர் வரிசையில் 10 ஆணிகளுக்கு மேல் இருக்கக் கூடாது.

ஆணி வகைகளின் விவரங்கள் அட்டவணை எண் 3.8-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சில விதிகள் படங்களில் (எண் 3.17 & 3.18) விளக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.9

ஆணிகளின் விட்டமும் (கண்ணும்) அவற்றின் நீளமும்

விட்டம்	அளவு எண்	கிடைக்கும் நீளங்கள் (mm)
வருமனான ஆணிகள்		
10.0	—	250
8.0	—	225, 200
6.3	—	175, 150
5.6	—	150, 125
5.0	6	125, 100
4.5	7	100, 90
4.0	8	90, 80
நடுத்தர ஆணிகள்		
3.55	9	90, 80, 70, 60
3.15	10	70, 60, 50
2.80	11	70, 60, 50
2.50	12	70, 60, 50, 45, 40
மெல்லிய ஆணிகள்		
2.24	13	70, 60, 50, 45, 40, 35
2.00	14	50, 45, 40, 35, 30
1.80	15	30, 25
1.60	16	25, 20, 15
மிக மெல்லிய ஆணிகள்		
1.40	17	20
1.25	—	20

ஆணி இணைப்பின் வலிமை

பொறியியல் சார்பான மரக் கட்டுமானங்களில் இரண்டு வகையான தன்மைகளை நல்ல ஆணியின் இணைப்பு பெற்றிருக்க வேண்டும். (1) ஆணிகள் பிடுங்கி வெளிவராமல் இருக்கும் தன்மை (Withdrawal) (2) பக்கவாட்டில் ஆணிகள் நறுக்குப்படாமல் இருக்கும் தன்மை. ஆணி இரட்டை நறுக்குக்கு உட்பட்டதா அல்லது ஒற்றை நறுக்குக்கு ஆளானதா என்பதைப் பொறுத்து அதன் பக்கவாட்டு வலு அமைகிறது.

சட்டங்கள் நீட்டப்படும் பொழுதிலும் சட்டங்கள் சேரும் முனைகளிலும் ஆணிகள் நறுக்கு விசைக்காகக் கணக்கிடப்படுகின்றன. கூரைத் தகடுகளைச் சட்டங்களுடன் சேர்க்கும் இணைப்புகளில், எடுத்துக்காட்டாக ஆணியின் மடங்கி வரும் இயல்பு கணக்கிடப்படுகிறது. ஆணிகளின் சராசரி தாங்கு திறன கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகள் கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

பிடுங்குதல் காப்புத்திறன் (Withdrawal resistance)

$p_t = 972.5\ \zeta\ 2.5\ \phi$

ζ = மரத்தின் சுய அடர்த்தி எண்

ϕ = ஆணித் தண்டின் விட்டம்

p_t = நீயூடனில் கணக்கிடப்படும் ஓர் ஆணியின் பிடுங்குதலை எதிர்க்கும் விசை

K = ஒரு குணக எண் = 972.5

காப்பு நறுக்கு விசை (Shear resistance)

நீட்டும் இணைப்புக்கு $p_1 = K_1\ \phi$

முனைகளில் இணைப்புக்கு $p_2 = K_2\ \phi$

தற்காலிக இணைப்புகளுக்கு $P_3 = K_3\ \phi$

P_1, P_2, P_3 ஓர் ஆணிக்கான இரட்டை நறுக்கு வலிமை

K_1, K_2, K_3 குணகங்கள்

ϕ = ஆணியின் விட்டம் (mm)

மடித்து அடிக்கப்பட்ட ஆணிகளின் வலிமை 20 விழுக்காடு அதிகமாகிறது. பதன்படுத்தப்படாத மரத்தின், மரம் காயும் பொழுது ஆணிகள் சற்று உழன்று விட வாய்ப்புகள் உண்டு. எனவே வலிமை P, 0.75 மடங்காகவும், வலிமைகள் P_1, P_2, P_3 முன் குறிப்பிட்ட வலிமையின் 0.25 மடங்காகவும் கணக்கிடப் படுகின்றன.

சில சாதாரண மரங்களில் அறையப்படும் ஆணிகளின் வலிமை அட்டவணையில் (எண் 3.10) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 3.10

ஆணிகளின் வலிமைக்கான குணகங்கள்

மரம்	வகை	குணகங்கள்			
		K	K_1	K_2	K_3
கருவேலம்	வன்	157	410	300	930
கருவாகை	வன்	114	382	136	600
தேவதரு	மென்	58	246	109	410
தடச்சி	வன்	122	355	136	655
ஈட்டி	வன்	122	273	136	518
பலா	மென்	67	300	245	437
நாவல்	வன்	164	410	328	682
மா	மென்	86	300	245	437
சிறுநாகம்	வன்	222	710	218	1120
தேக்கு	வன்	76	355	218	492

எடுத்துக்காட்டு 3 5

50 KN இழுப்பு விசை தாங்கும் ஒரு தேக்கு மரச்சட்டம் 30 mm × 150 mm குறுக்கு வெட்டு அளவு கொண்டது. மரப்பிணைப்புப் பலகைகளைப் பயன்படுத்தும் ஒருமுட்டிணைப்

பிற்கான ஆணிகளை வரையறுத்துக் கணக்கிடுக. நிலையான இக்கட்டுமானம் உள் நிலையில் அமைந்துள்ளது.

மரச்சட்டத்தின் பருமன் (t): 30 mm

ஆணித் தண்டின் விட்டம் : t/6 முதல் t/4 வரை
5 mm முதல் 7.5mm வரை

5 mm, 5.6 mm, 6.3 mm இந்த மூன்று ஆணிகள் இவ்வகையில் அடங்குகின்றன.

பிணைப்புப் பலகையின் பருமன்: $0.75 \times 30 = 22.5$ mm

கட்டைகளின் மொத்தப் பருமன்: $2 \times 22.5 + 30 = 75$mm

5 mm விட்டமும், 100 mm நீளமும் கொண்ட ஆணிகளைப் பயன்படுத்தலாம். எஞ்சிய 25 mm நீள ஆணியை மடித்து அடித்து விடலாம்.

அட்டவணை 3.10-இலிருந்து

ஆணிக்கான இரட்டை நறுக்கு வலிமை $P_1 = K\phi$
$= 355 \times 5 = 1775$ N

ஆணியின் வலிமை, மடித்ததற்க்காக $= 1775 \times 1.2$
$= 2047$ N

இழுப்பு விசை $= 50$ KN
$= 50 \times 10^3$ N

தேவையான ஆணிகள் $\dfrac{50,000}{2047} = 24.6$

25 ஆணிகளைப் பயன்படுத்தவும்

கடைத் தூரம்	$10\phi = 10 \times 5$	$= 50$mm
விளிம்புத் தூரம்	$5\phi = 5 \times 5$	$= 25$mm
ஆணி இடைத் தூரம்	$10\phi = 10 \times 5$	$= 50$mm
வரிசையிடைத் தூரம்	$3\phi = 3 \times 5$	$= 15$mm

ஆணிகளின் அமைப்பு படத்தில் (எண் 3.19) காட்டப் பட்டுள்ளது.

3.3.4 வட்டில் நெம்பு (Disc dowel) பெற்ற காடி இணைப்புகள்

வன் மரத்தைக் கொண்டு செதுக்கப்பட்ட வட்டில் நெம்பு சரியாகப் பொருந்துமாறு இணைக்கப்படவுள்ள மரச்சட்டங் களில் காடிகள் எடுத்து அவற்றை இணைப்பது இம்முறை யாகும். அதிக விசை கடத்தப்படவேண்டிய இணைப்புகளில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வட்டிலின் வளைவான பரப்பு தாங்கு விசையை எதிர் கொள்கிறது. இந்தத் தாங்குவிசை மையத்திலிருந்து விலகி அமைந்து (படம் 3.20) வட்டில் பிறழ்வதற்கான வாய்ப்பை ஏற்படுத்துகிறது. இந்தச் சாத்தியக்கூறை மரையாணிகள் தடுக் கின்றன. எனவே, வட்டிலின் மேலும், கீழும் அமுக்கத் தகைவு ஏற்படுகிறது.

இந்த வகை இணைப்பு சிதைவதற்கு மூன்று வகையான வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவையாவன (1) வட்டில் மையவட்டப் பரப்பினூடே வெட்டுப்படுவது (2) வட்டில் தாங்கு விசையைத் தாங்காமல் சட்டத்தின இழைகள் நொறுங்குவது (3) இழை களுக்குக் குத்தான தாங்கு விசை வட்டிலின் இழைகளைச் சிதைவடையச் செய்வது.

மூன்றாவது வகைச் சிதைவைப் பற்றிய சமன்பாடு கீழ்க் கண்டவாறு எழுதப்படுகிறது.

$$\sigma b = \frac{16P\ t}{\pi\ d^3} \qquad \sigma_b = \text{தகைவு}$$

P = கடத்தும் விசை

t = சட்டங்களின் பருமன்

d = வட்டில்களின் விட்டம்

σ_b = தாங்கு தகைவு

மரையாணியின் மேல் உள்ள இழு விசை

$$T = \frac{2P \times t}{d}$$

T = அதிகஅளவு இழுவிசை

மற்ற வகைச் சிதைவுகளிலிருந்து வட்டில் நெம்பு இணைப்பைக் காக்கும் வடிவைக் கணித்தலுக்கான சில விதிகள் கீழேகொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

(அ) காடியின் குறைந்த அளவு ஆழம் 25mm

(ஆ) மர வட்டில்கள் நெருக்கமான இழைகளைக்கொண்ட கருவேலம் போன்ற வன் மரத்தால் செய்யப்பட வேண்டும்

(இ) வட்டிலின் விட்டம் கீழ்க்கண்டவாறு இருக்கவேண்டும்
$d = 3t$ to $3.5t$
t: பருமன் d: வட்டிலின் விட்டம்

(ஈ) விளிம்புத்தூரம் அதாவது சட்டத்தின் விளிம்பில் இருந்து வட்டிலின் மையத்திற்கும் இடையே உள்ள தூரம், $d/2 + 12$mm என்ற அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.

(உ) கடைத்தூரம் அதாவது சட்டத்தின் கடைசியிலிருந்து வட்டிலின் மையத்திற்கும் இடையே உள்ள குறைந்த அளவு தூரம் — 1.5 d (இழுப்புக்கான சட்டங்களுக்கு), 1.25 d (அமுக்கந்தாங்கும் சட்டங்களுக்கு) என இருக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 3.6

80 mm × 240 mm அளவுள்ள ஒரு வெண் தேக்கு மரச் சட்டம் 11.0 KN இழுப்பு விசையைத் தாங்குகிறது. அந்தச் சட்டத்திற்கான வட்டில் நெம்பு — காடி இணைப்பை வரையறுக்க.

படத்தில் (எண் 3.20) காட்டப்பட்டுள்ள ஒரு முட்டிணைப்பைப் பயன்படுத்தலாம்.

சட்டத்தின் பருமன் = 80 mm

காடியின் அதிக அளவு பருமன் = 80-12 = 68mm

60 mm பருமனுள்ள கருவேல மரக்கட்டை வட்டில்களைப் பயன்படுத்துவோம்.

வட்டிலின் விட்டம் $= 60 \times 3 = 180$ mm

விளிம்புத் தூரம் $\frac{240}{2} = 120$ mm

இது தேவையான (d/2+20mm) அளவைவிட அதிகமானதாகும்

அட்டவணையில் இருந்து கருவேலக் கட்டைக்கான நறுக்குத் தகைவு $= 1.7$ N/mm^2

கருவேலக் கட்டையின் வெட்டுக்கான வலிமை

$$= \frac{\pi}{4} \times (180)^2 \times (1.7)$$

$$= 43250 \text{ KN}$$

வெண்தேக்கு மரத்தின் இழைகளுக்கு இணையான அமுக்க வலிமை

$$= 180 \times \frac{60}{2} \times 7.0 = 37800 \text{ N}$$

எனவே தேவையான வட்டில்கள் $= \frac{110 \times 10^3}{37800} = 2.9$

நான்கு வட்டில்களைப் பயன்படுத்தவும்

இரண்டு காடிகளைப் பயன்படுத்தி,

ஒரு காடியின் மேலுள்ள விசை $= \frac{110}{2} = 55$ KN

தாங்கு தகைவு $\sigma b = 16 \times \frac{(p)\ t}{\pi \times d^3}$

$$= \frac{16 \times 55 \times 1000 \times 60}{\pi \times (180)^3} = 2.88 \text{ N/mm}^2$$

வெண் தேக்கு மரத்தின் இழை இணை அழுக்க வலிமை
$= 7.0\ N/mm^2$

எனவே சரியானது.

மரையாணியின் மேலுள்ள இழுப்பு விசை $= \frac{2 \times p \times t}{u}$

$$= \frac{2 \times 55 \times 1000 \times 60}{180}$$

$$= 36800\ N$$

ஆணியின் கிடைப்பரப்பு $= \frac{36800}{150} = 245 mm^2$

19mm அளவுள்ள ஆணியை இணைப்பின் இரு பக்கங்களிலும் பயன்படுத்தலாம். இரண்டு பிணைப்பலகைகளை, 40mm × 240mm மேலும் கீழும் பயன்படுத்தலாம்.

தேவையான வட்டில் தகட்டின் பரப்பு $= \frac{T}{\text{தாங்கு தகைவு}}$

$$= \frac{36800}{2.2}$$

$$= 16727 mm^2$$

மொத்த வட்டில் தகட்டின் பரப்பு (மரையாணியின் துளைக்கான பரப்பு உள்ளிட்ட)

$$\text{பரப்பு} = 16727 + \frac{\pi\ (19+3)^2}{4}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = 17107\ mm^2$$

150mm விட்டமுள்ள வட்டிலைப் பயன்படுத்தலாம்.

3.3.5 மரச்சட்டங்களுக்கான உலோகப் பிணைப்பான்கள்

உலோகப் பிணைப்பான்களைக் கொண்டு மரச்சட்டங்களை இணைப்பது தற்பொழுது நம் நாட்டிலும் மெல்ல வழக்கில் வந்து கொண்டிருக்கிறது. உலோகத் தகடுகள், வளையங்கள் இவற்றை மரத்தில் பொருத்தி, மற்றொரு சட்டத்தை இணைக் கலாம். இவற்றை மரத்தில் பொருத்தத் திருகாணிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

உலோக இணைப்பான்களின் முக்கிய வடிவங்கள் கீழ்க் கண்டனவாகும்.

(அ) பிளந்த வளையங்கள் (Split rings)

(ஆ) பல் வளையங்கள் (Toothed rings)

(இ) நாய்ப்பிடி தகடுகள் (Dog spikes)

(ஈ) வெட்டுக் காப்புத் தகடுகள் (Shear plates)

(உ) கவ்வு தகடுகள் (Claw plates)

(ஊ) வேல் முனைப் பின்னல்கள் (Spike grid)

மேற்குறிப்பிட்டவற்றில் பெரும்பாலானவை குறைந்த கரிமம் கொண்ட எஃகால் ஆக்கப்பட்டவை. சில எடுத்துக்காக: வெட்டுக் காப்பு தகடுகள், கவ்வு தகடுகள் போன்றவை. இவை. வார்ப்பு இரும்பால் ஆக்கப்படுவதும் உண்டு. எல்லா வகை இணைப்பான்களிலும் உலோகப் பகுதிகள் மர இழைகளை அழுத்திப் பளுவைக் கடத்துகின்றன. எனவே, மர இழைகளைத் தாங்கும் பரப்பு அதிகப்படுத்தப்பட்டால் இழைகளின் மேலுள்ள தாங்கு தகைவு குறைகிறது. இந்த விதியின் படியே இணைப் பான்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஓர் உலோகத்தகட்டின் மேல் அல்லது வளையத்தின்மேல் கடத்தப்படும் விசை, அடுத்த சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள இணையான உலோக பகுதி களுக்கு மாற்றப்படுகிறது. சிறிய அளவுள்ள உலோக இணைப் பான்கள் அதிகப் பளுவை மாற்றப் பயன்படுகின்றன.

இந்த இணைப்பான்களின் வடிவக் கணிப்பில் அநுபவத் தின் மேல் எழுந்த முறைகளே கையாளப்படுகின்றன. இந்த

இணைப்பான்களின் தயாரிப்பாளர்கள் உரிய அளவுகளை வழக்கமாகத் தெரிவிக்கின்றனர்.

சிலவகைப் பிணைப்பான்களைப் படத்தில் காணலாம். (படம் 3.20, படம் 3.20(அ)) பிளவு வளைய இணைப்பானைக் காட்டுகிறது. இந்த இணைப்பில் முழுப் பளுவும் பிளவு வளையங்களின் வளைந்த பரப்பின் மேல் தாங்கப்படுகிறது மரையாணிகள் அநேகமாக எந்தப் பளுவையும் தாங்குவதில்லை. இந்தவளையங்களைப் பொருத்துவதற்கான காடிகள் உரிய கருவிகள் கொண்டு குடையப்படுகின்றன.

படம் 3.20 (ஆ)வில் பல் வளையங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இந்த வளையங்கள் அதிகத் தகைவு ஏற்கும் எஃகு மரையாணிகள் கொண்டு இறுக்கப்பட்டு மரங்களில் ஏற்றப்படுகின்றன. மரங்களில் அவற்றைப் பொருத்திய பின் சாதாரண மரையாணிகளே போதுமானவை.

நாய்ப்பிடி தகடுகள் படம் 3.20 (இ)இல் விளக்கப்பட்டு உள்ளன. இந்தத் தகடுகளின் முழுப் பரப்பிலும் பற்கள் உள்ளன. இந்தத் தகடுகளைப் பொருத்த தனிப்பட்ட காடிகள் தேவையில்லை. இந்தத் தகடுகளின் பற்களே மரத்தைப் பற்றுகின்றன. எஃகு மரையாணிகள் இங்கும் தகடுகளை மரச் சட்டங்களில் பொருத்தவே பயன்படுகின்றன.

வெட்டுக் காப்புத் தகடுகள் (படம். 3.20 (ஈ) மரையாணியின் துணை கொண்டே பளு மாற்றம் செய்கின்றன. இவற்றைப் பொருத்த, காடிகள் வெட்டப்பட வேண்டும்.

கவ்வுத் தகடுகள் (படம் 3.20 (உ) அவற்றின் விளிம்பில் உள்ள பற்களினூடே மரத்தைப் பற்றுகின்றன. பற்றிய தகடு அதன்மேல் அமைந்த கும்பத்தின் வழியே அடுத்த இணை கவ்வுத் தகட்டிற்குப் பளுவைக் கடத்துகிறது. எனவே, மெலிந்த மரையாணியே கவ்வுத் தகடுகளைப் பொருத்தப் போதுமானவை.

படம் 3.20 (ஊ) இரு முனை வேல்கள் கொண்ட கம்பிப் பின்னல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரு முனைகளும் வெவ்வேறு மரச்சட்டங்களில் அழுத்துவதால் பிணைப்பு நிகழ்கிறது. இரண்டு சட்டங்களையும் ஒன்றாக அழுத்துவதற்காக ஒரு அதிகத் தகைவு கொண்ட எஃகு மரையாணி பயன்படுத்தப் படுகிறது.

3.6 மரத்தூலகங்கள், உத்திரங்கள் (Beams)

வளைந்து பளுவை ஏற்கும் பகுதிகளை உத்திரங்கள் என்கிறோம். சட்டங்கள், தராய்கள், தூலங்கள், விட்டங்கள் இவை உத்திரங்களின் வேறு வடிவங்கள்.

மர உத்திரம் ஒரு செவ்வக வடிவான கட்டையாகவோ சில கட்டைகளைப் பிணைத்து ஆக்கிய வடிவமாகவோ இருக்கலாம். மரப் பலகைகளை ஆணிகளாலோ, பிசினாலோ பிணைத்துத் தேவையான அளவுள்ள மர உத்திரங்களைக் கட்டுவிக்கலாம். ஆனால், பிணைத்து ஆக்கப்படும் பகுதிகள் உறுதியாகச் சேர்க்கப்பட்டாலன்றி, இவ்வகை உத்திரங்கள் முழுத்திறனுடன் பயன்படுவதில்லை. மற்றொரு முறை இரும்புத் தகடுகளை மரச் சட்டங்களுடன் பொருத்தும் பூட்டு உத்திர அமைப்பு (Fliched Beam) ஆகும். இம்முறையில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட மரச் சட்டங்களும் ஒரு நடு இரும்புத் தகடும் சேர்ந்து உத்திரததை அமைக்கின்றன. மாறாக, இரும்புத் தகடுகள் மரச் சட்டத்திற்கு மேலும் கீழும் அமைய லாம். உத்திரத்தின் உயரம் வரையறுக்கப்படும் பொழுது மேற்கூறிய முறை சாலச் சிறந்தது.

உயரமாக்கப்பட்ட உத்திரம் (Deepened beam) மரத் துண்டுகளைத் தக்க வகையில் பிணைத்து ஆக்கப்பட்டதாகும். துண்டுகளை நழுவ விடாமல் பிணைப்பது மிக முக்கியம்.

வளைப்புத் தகைவுக்கான வடிவக்கணிப்பு

உத்திரத்தின் வளை திருப்பு விசையைக் கணக்கிட துறைத் தூரம் இரு தாங்குமானங்களுக்கு இடையில் உள்ள நிகரத்

தூரத்துடன் இருமருங்கிலும் உள்ள தாங்குமானத்தின் (Bearings) பாதிக் கனத்தைக் கூட்டிக் கணக்கிடப்படுகிறது. தொடர் உத்திரங்களில் துறைத் தூரம் தாங்குமானங்களின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. அட்டவணையில் (எண் 3.1) கொடுக்கப்பட்டுள்ள மரங்களுக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவுகள் 300 mm உயரத்திற்கு உட்பட்ட தனி மர விட்டங்களின் கணிப்புக்கே பொருந்துவன. அதிக உயரமுள்ள மர உத்திரங்களுக்கான பத்திரமான தகைவு, வளைப்பின் அமுக்கத் தகைவைக் கீழ்க் காணும் குணகம் (k_d) கொண்டு பெருக்கிக் காணலாம்.

$$k_d = 0.81 \left[\frac{(d)^2 + 894}{(d)^2 + 550} \right]$$

d = மரத்தின் உயரம் (mm)

பொதுவாக மர விட்டங்கள் செவ்வக வடிவானவை.

உத்திரத்தின் பக்கவாட்டுப் பருமன் குறைவாக இருந்தால் அது பக்க வாட்டில் நெளிய ஏதுவாகிறது. அந்தச் சாத்தியக் கூறைத் தவிர்க்கும் வண்ணம் உத்திரத்தின் குறைந்த அளவு அகலம் துறைத்தூரத்தில் 50-இல் ஒரு பங்குக்கு அதிகமாகவும் அல்லது உத்திரத்தின் உயரத்தின் 3-இல் ஒரு பங்குக்கு அதிகமாகவும் இருக்க வேண்டும் என நிருணயிக்கப்பட்டுள்ளது. எப்போதும் உத்திரத்தின் அகலம் 50 mm என்ற அளவுக்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

குறுக்கு வெட்டு அளவுக் கணக்கீடு

வளை திருப்பு விசையை அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவால் வகுத்து வடிவக் குணகம் கணக்கிடப்படுகிறது. மர விட்டத்தின் அகலத்தை நிருமாணம் செய்து, அதன் உயரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

நறுக்குத் தகைவுக்கான ஆய்வு

உத்திரத்தின் கிடை நறுக்குத் தகைவு கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் சொல்லப்படுகிறது.

$$q = \frac{VQ}{Ib}$$

V = வெட்டு விசை

Q = கருதப்படும் பரப்பு × பரப்பின் மைய உயரம்

I = குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பின் சடத்துவத் திருப்புமை

b = அகலம்

குறிப்பாகச் செவ்வகக் குறுக்கு வெட்டு உத்திரத்தின் மைய இழைகள் தாங்கும் அதிகப்படியான நறுக்குத் தகைவு, மேற்கண்ட சமன்பாடுகொண்டு கணக்கிடப்பட்டு

$$q = \frac{1.5\ v}{bd}$$

என அமைகிறது.

சிற்சில சமயங்களில் உத்திரத்தின் உயரம் காடிகள் செதுக்கப்பட்டுக் குறைவதுண்டு. குறைந்த உயரம் d எனில், அந்த வெட்டப்பட்ட பரப்பின் நறுக்குத் தகைவு (f_s)

$$f_s = \frac{1.5\ v}{bd_1}\ \frac{d}{d_1}$$

எனக் கணக்கிடப்படும்.

உத்திரத்தில் கணக்கிடப்படும் நறுக்குத் தகைவு அட்டவணையில் (3.1) கண்ட இழைகளுக்குக் குத்தான நறுக்கு வலிமையைவிடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

மர உத்திரங்களில், சீராகப் பரவிய பளுவுக்கான (Uniformly distributed load) நறுக்கு விசை உத்திரத்தின் கடையிலிருந்து, உத்திரத்தின் உயரத்திற்கு அளவான தூரம் தள்ளிக் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$V = w\left(\frac{l}{2} - d\right)$$

l = உத்திரத்தின் உட் கிடைத்தூரம்

w = சீரானபடர் பளு

d = உயரம்

v = நறுக்கு விசை

உத்திரம் குவிந்த பளுவுக்கு (Concentrated load) ஆளாகும் பொழுது, உத்திரப் பகுதிகளின் மேலுள்ள மிக அதிக விசை, உத்திரத்தின் நுனியிலிருந்து பளுவுக்கான தூரத்தைப் பொறுத்தது. கீழ்க்காணும் அட்டவணை உத்திரத்தின் இறுதியி லிருந்து பளுவுக்கான தொலைவையும் செயல்படு பளுவின் அளவையும் காட்டுகிறது.

அட்டவணை 3.11

தாங்குமானத்திலிருந்து பளுவின் தொலை	1.5d	2.02d	2.5d	3.0d
	அல்லது குறைய			
செயல்படு பளு	0.4P	0.6P	0.8P	1.0P

d: உயரம் P: குவிந்த பளு

விட்டத்தின் தொய்வுக் கணக்கீடு

(Calculation of deflection of Beams)

அஸ்பெஸ்டாஸ் தகடுகள், ஜிப்சம் பலகைகள், ஓடுகள் போன்ற உடையக்கூடிய கூரைப் பொருள்களைத் தாங்கும் விட்டம் $\frac{1}{360}$ × துறைத்தூரம் என்ற அளவுக்குக் குறை வான் தொய்வு (deflection) கொண்டதாக இருக்கவேண்டும். அன்றி, மற்ற விட்டங்களின் தொய்வு $\frac{1}{240}$ × துறைத்தூரம் என்ற அளவு வரை இருக்கலாம். துருத்து விட்டங்களின் அதிக மான தொய்வு $\frac{1}{180}$ × துறைத் தூரம் என நிர்ணயிக்கப் பட்டுள்ளது.

பத்திரமான $\frac{1}{240}$ × துறைத் தூரம் என்ற தொய்வுக்குரிய

உத்திரத்தின் உயரம் $d = \frac{50 \; f_b \times l}{E}$ என்றும்

பத்திரமான உயரம் $\frac{1}{360}$ × துறைத்தூரம் என்ற தொய்வுக்குரிய உத்திரத்தின் உயரம்.

$$d = \left(75 \frac{b'}{E}\right) l$$ என்றிருக்க வேண்டும்

f_b = உத்திரத்தின் தாங்கும் வளைத் தகைவு

l = துறைத்தூரம்

E = நீள் குணகம்

d = உத்திரத்தின் உயரம்.

சடப்பளுவினால் மர உத்திரங்களின் நாளடைவில் விளையும் தொய்வு நகர் பளுவினால் விளையும் தொய்வை விட மிக அதிகமாகும். எனவே விட்டத்தின் காலந் தாழ்ந்து நிகழும் தொய்வை இரண்டு மடங்கு கிடைப்பளு + $\frac{3}{4}$ நகர் பளு என்ற பளுவைக் கொண்டு கணக்கிட வேண்டும்.

தாங்குமானம்

விட்டங்களின் கடைப்பகுதி சுவர்களாலோ உத்திரங்களினாலோ தாங்கப்படுகிறது. தாங்கும் தூரம் (Bearing length) குறைந்த அளவு 75mm இருக்க வேண்டும்.

காடிகள்

காடிகளும், துளைகளும் விட்டத்தின் வலிமையை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன. காடிகள் போக மீதி உள்ள விட்டத்தின் பகுதி வளைத் தகைவை ஏற்கும் வண்ணம் இருக்க வேண்டும். ஆனால் வடிவக்கணிப்பின் மாறுபாடு இல்லாமல் சில இடங்களில் காடிகள் வெட்ட அனுமதிக்கப்படுவதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக விட்டத்தில் ஓரத்திலிருந்து நீளத்தில் 6-இல் 1 பங்கு வரையுள்ள தூரத்தில் விட்டத்தின் மேலும் கீழும் 5-இல் ஒரு பங்கு விட்ட உயரம் வரையான காடிகளையும, உயரத்தில் நாலில் ஒரு பங்கான துளைகளையும் இடலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 3.7

6m × 8m உள் அளவுள்ள ஓர் அறையின் கூரைக்கான மர விட்டங்களின் மற்றும் உத்திரங்களின் அளவையும் கணக்கிடுக. கூரைப் பரப்பு மரப் பிளாச்சு கொண்டும் மண் மெத்தியும் அமைந்து அதன்மேல் செங்கல் ஒட்டப்பட்டது. கூரையின் இயற்பளு 2.5 KN/sqm உயிர்ப்பளு 1.5 KN/sqm. மரத்தின் வகை மஞ்சக் கோம்பை.

விட்டங்கள், உத்திரங்கள் இவற்றின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மழையில் நனையாவண்ணம் மரம் காக்கப்படுவதால், உட்புறத்திற்கான தகைவுகளைப் பயன் படுத்தலாம். விட்டங்களும் உத்திரங்களும் சாதாரணதர மரத்தைச் சேர்ந்தவைகளாகவும் கொள்ளலாம்.

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவுகள்		(N/mm^2) விட்டம் உத்திரம்
வளைப்பு	:	12.3
கிடை நறுக்கு	:	0.9
இழைகளுக்கு இணையான அமுக்கம்	:	7.0
இழைகளுக்குக் குத்தான அமுக்கம்	:	2.2
இழைகளுக்குக் குத்தான நறுக்கு	:	1.3
அனுமதிக்கப்பட்ட தொய்வு	:	$\frac{1}{240}$
சுய எடை	:	$675 kg/M^3$
மீள் குணகம்	:	$12 KN/mm^2$

கணக்கீடு

மரவிட்டங்கள்

பளு

சடப் பளு (DL) $= 2.5\ KN/m^2$

நகர் பளு (LL) $= 1.5\ KN/m^2$

கூடுதல் $4.0\ KN/m^2$

விட்டத்தின் மேல் சுமத்தப்படும் பளு = 4.0 × 0.3

= 1.2 KN/m

விட்டத்தின் சுய எடை = 0.5 KN/m

கூடுதல் 1.25 KN/m

துறைத்தூரம் l = 2.66m

வளைத் திருப்புவிசை (M) $= \frac{wl^2}{8} = \frac{1.25 \times (2.66)^2}{8}$

$= 1.106$ KN/m

நறுக்கு விசை (V) $= \frac{Wl}{2} = \frac{1.25 \times 2.66}{2} = 1.66$ KN

தேவையான வடிவக்குணகம் (Z) $\frac{M}{f_b} = \frac{1.106 \times 10^6}{12.3}$

$= 89919$ mm³

விட்டத்தின் அகலம் $b = \frac{d}{3}$ எனக் கொண்டால்

$$Z = \frac{bd^2}{6} = \frac{d^3}{18} = 89919 \text{ mm}^3 \quad d = 117\text{mm}$$

120mm × 40 mm சட்டத்தைப் பயன்படுத்தவும்.

நறுக்கு விசை = 1:6 KN

நறுக்குத் தகைவு $= \frac{1.60 \times 10^3}{40 \times 120} = 0.34 < 1.3$ N/mm²

எனவே சரியானது

தொய்வுக்கான உயரம்

செயல்பளு: (2 × DL + ¾ LL)

(2 × 2.5 + ¾ × 1.5) = 6.125 KN

விட்டத்திற்கான பளு = 6.125 × 0.3 = 1.83 KN

சுயபளு = 0.05 × 2 = 0.10 KN

கூடுதல் 1.93 KN

வளைப்புத் திருப்பு விசை $= 1.70$ KN/m

வளைப்புத் தகைவு $= \frac{1.70 \times 10^6}{bd^2/6} = \frac{1.70 \times 10^6 \times 6}{40 \times (120)^2}$

$= 17.8$ N/mm²

உயரம் $d = \frac{50 f_b l}{E} = \frac{50 \times 17.8 \times 10^6 \times 2.66 \times 10^3}{12 \times 109}$

$= 197$ mm

சட்டம் மாற்றப்பட்டு 50×150 என்ற அளவுச் சட்டம் பயன் படுத்தப்படலாம். இந்தச் சட்டத்திற்கான

வளைப்புத் தகைவு: 9.06 N/mm² உரிய உயரம்: 100 mm

தாங்குமானம்

நீளம் $= 750$ mm (or) 0.075 m

மொத்த விட்ட நீளம் $= 2.66 + 0.075 = 2.725$ m

அதிகப்பட்ட எதிர் வினை $= 1.25 \times 2.735/2 = 1.70$KN

தேவைப்படும் தாங்குமானப் பரப்பு

$$= \frac{1.70 \times 10^3}{2.2} = 772 \text{ mm}^2$$

அமைக்கப்பட்டுள்ள தாங்குமானப் பரப்பு $= 75 \times 50$

$= 3750$ mm²

உத்திரங்கள்

தாங்குமான நீளம் 150 mm

செயல்படு துறைத் தூரம் $6 + 0.15 = 6.15$ m

பளுக்கள்

சுயப்பளு 2.5×2.735 $= 6.83$ KN

உத்திரத்தின் சுய எடை $= 0.75$ KN

மொத்தச் சுயப்பளு $= 7.58$ KN

உயிர்ப் பளு $= 1.5 \times 2.735$ $= 4.10$ KN

மொத்தப் பளு $= 11.68$ KN

அதிகப்பட்ட வளைப்புத் திருப்பு $= 11.68 \times (6.15)^2$

$= 55$ KN.M

$b = d/3$ எனக்கொண்டு

$$Z = \frac{bd^2}{6} = \frac{d^3}{18} = \frac{M}{f_b} = \frac{55 \times 10^6}{12.3}$$

$d = 431$ mm

150 mm × 450 mm உத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம்

$$\text{வளைபபுத் தகைவு} = \frac{6M}{bd^2} = \frac{6 \times 55 \times 10^6}{150 \times 50^2} = 10.8 \text{N/mm}$$

$$< 12.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{தொய்வுக்கான உயரம்} = \frac{50 f_b l}{E} = \frac{50 \times 10.8 \times 6150}{12 \times 10^3}$$

$$= 276 \text{ mm}$$

நறுக்கு

$$\text{நறுக்குவிசை} = w \left(\frac{l}{2} - d \right)$$

$$= 11.68 \left(\frac{6.15}{2} - 0.45 \right) = 30.67 \text{ KN}$$

$$\text{நறுக்குத் தகைவு} = \frac{30.67 \times 10^3}{150 \times 450} = 0.45 \text{ N/mm}^2$$

$$< 0.9 \text{ N/mm}^2$$

தாங்குமானம்

$$\text{எதிர் வினை} = \frac{11.68 \times 6.15}{2} = 35.9 \text{ KN}$$

$$\text{தாங்குமானப் பரப்பு} = \frac{35.9 \times 10^3}{2.2} = 16318 \text{ mm}^2$$

$$\text{கொடுக்கப்பட்ட பரப்பு} = 150 \times 150 = 22500 \text{mm}^2$$

எனவே இது சரியானதாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 3.8

ஓர் இரும்பொட்டு உத்திரம் (Fitched beam) 5 mm × 200 mm அளவுகொண்ட இரண்டு இரும்புத் தகடுகளையும் 150 mm × 200 mm மஞ்சள் கடம்பை மரச் சட்டங்களையும் கொண்டது. 8m செயல்படுதூரத்தில் உத்திரம் தாங்கும் (சுயப்பளு உள்ளிட்ட) பரவு பளுவைக் கணக்கிடுக.

மஞ்சட் கடம்பை மரத்தின் தன்மைகள்

மீள் குணகம் = 12.5 KN/mm²

உள்நிலைக்கான வளைப்பு இழுவைத் தகைவு = 12.3 N/mm²

நறுக்குத் தகைவு = 0.9 N/mm²

இரும்புக்கான தன்மைகள்

மீள் குணகம் = 200 KN/mm²

இழு தகைவு = 165 N/mm²

மாற்றப்பட்ட உருவகச்சட்டம் (படம் 3.22)

மீள் குணக விகிதம் (Modular ratio) $= \frac{200}{12.5} = 16$

உருவகச் சட்டத்தின் சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$= \frac{1}{12} \times 310 \times (200)^3$$

$$= 2.06 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$$

உருவகச் சட்டத்தின் வடிவக் குணகம் (z) $= \frac{2.06 \times 10^8}{100}$

$$= 2.06 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

இரும்பின் இழு தகைவு $= 165 \text{ N/mm}^2$

மீள் குணக விகிதம் (m) $= 16$

மரச்சட்டத்திற்கான ஒத்த தகைவு $= \frac{165}{16} = 10.3 \text{ N/mm}^2$

மரச் சட்டத்தின் இழு தகைவு $= 12.5 \text{ N/mm}^2$

வளைப்புத் திருப்பு விசை $= M = fz$

$$= 10.3 \times 2.06 \times 10^6$$

$$= 21.2 \text{ m } 10^6 \text{ N/mm}$$

$$= 21.2 \text{ KN.m}$$

பரவு பளு $= w \text{ KN/m}$

மையத்தில் விளையும் வளைப்புத் திருப்பு விசை $= \frac{wl^2}{8}$

$$= \frac{w \times 8^2}{8} = 8w$$

$$8w = 21.2$$

$$w = 2.65 \text{ KN/m}$$

உத்திரம் 2.65 KN/m என்ற சீரான பரவு பளுவைத் தாங்குகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 3.9

முன் எடுத்துக்காட்டில் இரும்புத் தகடுகள் உத்திரத்தின் மேலும் கீழும் படத்தில் கண்டபடி அமைக்கப்பட்டால், உத்திரம் தாங்கும் பரவு பளுவை நிருணயிக்க.

படத்தில் (படம் 3.24) உருவகச் சட்டம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உருவகச் சட்டத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசை

$$= \frac{150 \times (200)^3}{12} + 2400 \times 5 \times (102.5)^2$$

$$= 2.26 \times 10^8$$

$$M = fz = \frac{10.3 \times 2.26 \times 10^8}{102.5}$$

$$= 22.7 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

$$= 22.7 \text{ kN.m}$$

$$M = \frac{wl^2}{8} \times \frac{w \times 8^2}{8} \times 8w$$

$$w = 2.83 \text{ kN/m}$$

உத்திரம் தாங்கும் பரவு பளு = 2.83 kN/m

எடுத்துக்காட்டு 3.10

உயரப்படுத்தப்பட்ட உத்திரங்கள்

மொத்தப் பளு 10KN ஐ 6 m துறைத்தூரத்தில் தாங்கும் உயரப்படுத்தப்பட்ட உத்திரத்தைக் கணக்கிடவும். உள்துறையில் அமைக்கப்படவுள்ள இந்த உத்திரம் தேக்குச் சட்டங்களால் அமைக்கப்படவுள்ளது. சட்டங்கள் 250mm = 175mm அளவுள்ளவை. சாதாரண இரகத்தைச் சார்ந்தவை. தாங்குமானம் 150 mm.

பளு (w) = 10 KN/m

துறைத்தூரம் = 6m

தாங்குமானம் = 150mm (or) 0.15m

செயல்படு துறைத்தூரம் (l) = 6.15m

வளைப்புத் திருப்பு விசை (M) $= \frac{wl^2}{8} = \frac{10 \times (6.15)^2}{8}$

$= 47.2$ KN/m

அனுமதிக்கப்படும் தகைவு $f_b = 12.3$ N/mm^2

தேவையான வடிவக் குணகம் $Z = \frac{M}{f_b} \times \frac{47.2 \times 10^6}{12.3}$

$= 3.8 \times 10^6$

உத்திர அகலம் b = 250 mm எனக் கொள்வோம்

உத்திரம் உயரம் d ஆனால்

$$Z = \frac{bd^2}{6} = \frac{250d^2}{6} = 3.8 = 10^6;$$

d = 303 mm

இரண்டு கட்டைகளை ஒன்றன் மேல் ஒன்று அமைத்து உத்திரம் அமைக்கப்படலாம். ஒட்டும் பரப்பில் கட்டைகள் நழுவா வண்ணம் தடுக்க, ஆப்புகள் (Keys) அமைக்கப்படலாம். இரு புறமும் 25mm முடியபடி அமைய ஆப்புகள் $250 - 2 \times 25 = 200$mm நீளம் பெறுகின்றன. கட்டப்பட்ட உத்திரத்தில் ஆப்புகள் தெரிவதில்லை. இருபுறம் கட்டைகளின் மேல் ஆப்பு நன்கு பதிய ஆப்பின் பருமன் 30mm ஆகத் தேர்ந்தெடுக்கப் படுகிறது. ஆப்பின் அகலம் 125 mm எனக் கொண்டு ஆப்பு களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியைக் காணலாம்.

$$\text{அதிகப்பட்ட நறுக்குவிசை} = 10 \left(\frac{6.00}{2} - 0.35 \right)$$

$$= 26.5 \text{ KN}$$

$$\text{நறுக்குத் தகைவு} = \frac{3}{2} \frac{V}{bd} = \frac{3 \times 26.5}{250 \times 350} = 0.45 \text{ N/mm}^2$$

ஆப்புகளின் இடைவெளி p ஆனால், ஓர் ஆப்பு தாங்க வேண்டிய நறுக்கு விசை

$$250 \times p \times 0.45 \times 10\text{KN} = 0.1125p \text{ KN}$$

ஆப்பின் கிடைப்பரப்பில் அனுமதிக்கப்பட்ட நறுக்குத் தகைவு $= 1.3$ N/mm²

$$\text{ஆப்பின் நறுக்கு வலு} = 200 \times 125 \times 1.3 \times 10^3$$

$$= 32.5\text{KN}$$

நறுக்கு வலு ஆப்பு தாங்க வேண்டிய நறுக்கு விசைக்குச் சமமானால்

$p = 288$mm ; 250mm ஆகப் பயன்படுத்தலாம்

மையத்தில் நறுக்குத் தகைவின் அளவு குறைவதால் அதிகப்பட்ட இடைவெளியைப் பயன்படுத்தலாம்.

விட்டத்தின் மையத்திலிருந்து 1.5 m தள்ளியுள்ள இடத்தில் நறுக்கு விசை = 1.5 × 10 = 15 KN

$$\text{ஆப்புகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம்} = 288 = \frac{26.5}{15}$$

$$= 509 \text{ mm}$$

ஆப்புகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 400 mm ஆக இருக்கட்டும்.

மரையாணிகள்

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள எதிரெதிரான விசைகள் ஆப்பைப் பிறழ வைக்கின்றன. மரையாணி ஒன்றைக் கொண்டு அமுக்கத்தை ஏற்படுத்தி இந்தச் சாத்தியக் கூறைத் தவிர்க்கலாம் (படம் 3.24)

't' ஆப்பின் பருமன்

'b_1' ஆப்பின் அகலம்

d_1 ஆப்பின் துறைத்தூரத்திற்கிணையான நீளம்

F ஆப்பின் மேலுள்ள பளு

எனவே

$$\frac{\sigma c \times b_1^2 \times d_1}{6} = \frac{F.t}{2}$$

$$\sigma = \frac{3\ ft}{b_1 d} = \frac{3Ft}{b_1 d}$$

$$C = T = 3\,\frac{F_t}{b_1 d_1^2} \times \frac{b_1 d_1}{2}$$

$$T = \frac{3}{2}\,\frac{F_t}{2d_1}$$

C: அமுக்கம் T: இழுவிசை

இந்த எடுத்துக் காட்டில்

$$\sigma c = \frac{3F_t}{b_1 d_1^2}$$

$$= \frac{3 \times 32.5 \times 10^3 \times 30}{200 \times (125)^2} = 0.936 \text{ N/mm}^2$$

இது அனுமதிக்கப்பட்ட அமுக்கத் தகைவான 7N/mm^2 என்ற அளவை விடக் குறைவானதாகும்.

$$T = \frac{3\ F_t}{2\ d_1} = \frac{3 \times 32.5 \times 10^3 \times 30}{2 \times 125}$$

$$= 11.7 \times 10^3 \text{ N}$$

இரும்பின் இழு தகைவு $= 140 \text{ N/mm}^2$

தேவையான பரப்பு $= \frac{11.7 \times 10^3}{140} = 83.5\text{mm}^2$

அட்டவணையிலிருந்து M16 வகை மரையாணிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம் (அட்டவணை 3.10) பரப்பு 84.3mm^2.

வட்டில் தகடு

மரையாணியின் குவிந்த அமுக்கத்தால் மரச்சட்டம் சேத மடையாமல் காக்கும் வண்ணம் விசையைப் பரப்ப வட்டில்கள் பயன்படுகின்றன.

இழுப்பு விசை $= 11.7 \times 10^3$ N

அனுமதிக்கப்படும் குத்து அமுக்கு வலிமை $= 2.2 \text{ N/mm}^2$

தேவையான பரப்பு $= \frac{11.7 \times 10^3}{2.2} = 5318 \text{ mm}^2$

65 mm × 65 mm வட்டில் தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்.

அட்டவணையிலிருந்து (எண் 3.7) மாறுதல் குணகம் : 1.17

அனுமதிக்கப்பட்ட அமுக்க வலிமை $= 2.2 \times 1.17$
$= 2.57 \text{ N/mm}^2$

பரப்பு $= 65 \times 65 - \frac{\pi \times 15^2}{4} = 4048 \text{ mm}^2$

அனுமதிக்கப்படும் பளு $= 4048 \times 2.57 = 10.4 \times 10^3 \text{N}$
வட்டில் தகடு போதுமானதல்ல.

70×70 வட்டில் தகட்டைப் பயன்படுத்தவும். வளைப்பை முன்னிட்டு வட்டிலின் பருமன் 10 mm ஆக இருக்கட்டும்.

3.7 மரத் தூண்கள்

அமுக்க விசையைத் தாங்கும் வண்ணம் மரத் தூண்கள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. அமுக்கத்தால் இழைகள் நசுக்கப் படலாம் அன்றி, பளுவால் தூண் நெளியலாம். இந்த இரண்டு சிதைவுகளையும் தவிர்க்கும் வண்ணம் தூண்கள் கணக்கிடப்படவேண்டும்.

செவ்வகம், சதுரம், வட்டம் — இவ்வடிவங்களில் தூண்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. முழு உருட்டுக் கட்டைகளிலிருந்து இவ்வடிவங்கள் செதுக்கப்படுகின்றன. அன்றி மரச் சட்டங்கள் சேர்க்கப்பட்டுக் கட்டப்பட்ட தூண்களும் உண்டு.

மரத் தூண்களுக்கான விதிமுறைகளையும், அவற்றிற்கான வடிவமைப்பு முறைகளையும் இனிக் காண்போம்.

3.7.1 குட்டைத் தூண்கள்

தூண்களில் உயரம் குறைவானால் அவை பளுவில் நெளிய வாய்ப்பில்லை. எனவே, சாதாரண அமுக்கத் தகைவைத் தாங்கும் வண்ணம் அவற்றின் பரப்பு இருக்க வேண்டும். தூண்களின் உயர அகல விகிதம் 11இற்குள் இருந்தால் இவ்வகை வடிவமைப்பு பொருத்தமானது.

எனவே, இத்தூண்களின் பளு தாங்குதிறன் $P = f_{cp} A$

P = பளு

A = பரப்பு

f_{cp} = இழைகளுக்கு இணையான அழுக்கத் தகைவு.

நடுத்தரத் தூண்கள்

தூணின் உயர அகல விகிதங்கள் 11இற்கு மேலும் K_1 என்ற குணகத்திற்கும் இடையில் இருந்தால் அது நடுத்தரத் தூண் எனப்படும். இவ்வகைத் தூண்களின் பளு தாங்கு திறன் நெளிதலால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. நெளிதல், உயரம் / அகலம் $\frac{L}{t}$ விகிதத்துடன் சார்புடையது. இத்தகைய தூணின் பளுதாங்கு திறன்

$$P = f_{cp} A \left(1 - 1/3 \left\{ \frac{l}{K_1 t} \right\} 4 \right)$$

$$K_1 = 0.702 \sqrt{\frac{E}{f_{cp}}}$$

l = செயல்படு உயரம்

t = தூணின் குறைந்த குறுக்கு வெட்டு அளவு

E = மீள்மைக் குணகம்

3.7.2 நெடிய தூண்கள்

இவ்வகை நெடிய தூண்களின் பளுதாங்கு திறன் உயர, அகல விகிதத்தால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. உயர அகல விகிதங்கள் 50-இற்கு மேல் கொண்ட மரத் தூண்கள் வழக்கமாக அமைக்கப்படுவதில்லை, நெடிய தூண்களில் பளுதாங்கு திறன் கீழ்க்காணும் சமன்பாடு வழியே கணக்கிடப்படுகிறது.

$$P = \frac{A \times (.329E)}{\left(\frac{l}{t}\right)^4}$$

வட்டவடிவமான தூண்கள்

வட்டமான பரப்புள்ள தூண்களுக்கான தகைவு, சம மான பரப்புள்ள சதுரத்தின் பக்கத்தைக் கணக்கிட்ட, பின் காணப்படுகிறது. சதுரத்தின் பக்கம் 'a' என்றால், குறைத்த குறுக்கு வெட்டு அளவாக,

$$(a^2 = \frac{\pi}{4} d^2), \quad a = 0.88\ d$$

எனக் கணக்கீடு அமைகிறது.

3.7.3. கட்டப்பட்ட தூண்கள் (படம் 3.26)

மரச் சட்டங்களை ஆப்புகள், மரையாணிகள், ஆணிகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கட்டுவித்த தூண்கள் ஆக்கப்பட லாம் திடமான தூணுக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவில் 80 விழுக்காடு, கட்டுவித்த தூண்களுக்கான தகைவாக அனுமதிப்படுகிறது.

3.7.4. பெட்டகத் தூண்கள்

மரச் சட்டங்களைப் பிணைத்து நடுவில் பெட்டி போன்ற வெற்றிடம் அமைந்த தூண்கள் பெட்டகத் தூண்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. வெற்றிட மையம் தூணின் நுனிகளி லும் இடையில் சில இடங்களிலும் (குறைந்தது ஓர் இடத்திலே னும்) மரக்கட்டைகளால் நிரப்பப்படுகிறது. மரச்சட்டங்கள் இடைப்பலகை இவற்றின் இணைப்பு ஆணிகள், பசை, மரை யாணி இவற்றால் நிகழலாம். இவ்வகைத் தூண்களில் உயர, அகல விகிதம் ஒரு சமமான செயல்படு பருமன் கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$t_e = \sqrt{t_1^2 + t_2^2}$$

t_e செயல்படு பருமன்

t_1 பெட்டகத்தின் உட் கூட்டுப் பருமன்

t_2 பெட்டகத்தின் வெளிப்பக்கப் பருமன்

பெட்டகத் தூண்களின் வடிவக் கணிப்புக்கு அட்டவணையில் கண்ட (எண் 3.11) சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

அட்டவணை 3.11

வகை	வரம்பு H/te	அனுமதிக்கப்பட்ட (f) சராசரித் தகைவு	கருத்துரை
குட்டை	8-இற்குக் குறைய	f_{cp}	f_{cp} : தகைவு
நடுத்தரம்	8 – K_1	$f_{cp}\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{l}{k_1 t_e}\right)^4\right]$	E மீள் குணகம்
நெடிய	K – 50	$\frac{0.329\ E\lambda}{(l/t_e)^2}$	(அட்டவணைப்படி) $K_1 = 0.702\sqrt{\frac{\lambda E}{f_c}}$

'λ' என்ற காரணி பயன்படும் சட்டங்களின் கனத்தைப் பொறுத்தது. (கீழே காண்க)

சட்டத்தின் கனம் (mm)	25	50
λ	0.80	0.60

3.7.5 பிரிந்த தூண்கள்

பிரிந்த சட்டங்கள் கொண்ட குறுந்தடிகள் தூலக் கட்டுகளில் பயன்படுகின்றன. இவை இரண்டு அல்லது மூன்று சட்டங்களை இணைத்துக் கட்டுவிக்கப்படுகின்றன. இவை

இடைவெளிக் கட்டைகளால் மேலும், கீழும் மற்றும் குறிப்பிட்ட உயரங்களில் சேர்க்கப்படுகின்றன, கடைக் கட்டைகளின் உயரம் தூணின் உயரத்தில் 5 விழுக்காடாக இருக்கலாம் (படம் 3.28).

அடி — தலைக் கட்டைகள் சட்டங்களில் பரவியுள்ள உயரம் தூணின் உறுதியை நிருணயிக்கின்றன. கடைக் கட்டைகளின் அகலம், உயரம், பருமன் இவை பொருத்தமான இணைப்பான்களைப் பயன்படுத்தும் வண்ணம் உள்ள அளவுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. பிரிப்புச் சட்டங்களைக்கொண்ட தூண்களின் பளுதாங்கும் திறன் சம்பந்தப்பட்ட தனிச் சட்டங்கள் தூணாகத் தாங்கும் பளுவின் கூட்டாக அமைகிறது. ஒவ்வொரு சட்டத்தின் ஒல்லி விகிதம் சேர்ப்புக் கட்டைகளிடையே உள்ள தூரத்தைக் கொண்டு கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 3.11

வெண் தேக்கு மரத்தால் ஆன 20 mm × 150 mm குறுக்கு வெட்டுக் கொண்ட தூண் பத்திரமாகத் தாங்கும் பளுவைக் கணக்கிடுக. தூணின் உயரம் (1) 3.0m (2) 4.5 m

இழைகளுக்கு இணையாகத் தாங்கும் அழுக்கத் தகைவு : $f_{cp} = 7\ \text{N/mm}^2$

மீள்மைக் குணகம் (E) : 9600 N/mm^2

$$K_1 = 0.702 \sqrt{\frac{E}{f_{cp}}}$$

$$= 0.70\,2 \sqrt{\frac{9600}{7}} = 26$$

தூணின் உயரம் $l = 3.0$ m

உயரம் குறைந்த தடிமன் விகிதம் $\frac{l}{t} \times \frac{3000}{150} = 20$

இந்த விகிதம் l-இற்கும் "K_1" இற்கும் இடையில் உள்ளது. எனவே, இந்தத் தூண் இரண்டாம் வகையைச் சார்ந்தது.

$$\text{பளுதாங்கும் திறன் } P = A \; f_{cp} \left\{ 1 - \frac{1}{3}\left(\frac{1}{k_1 \; t}\right) \right\}$$

$$= 200 = 150 = 7 = \left(1 - \frac{1}{3}\left(\frac{20}{26}\right)^4 \right)$$

$$= 185490 \text{ N} \quad \text{OR } 185.49 \text{KN}$$

பிரிவு 2

உயரம் $l = 4.5$ m

$$\text{உயரம் குறைந்த பருமன்விகிதம்} = \frac{4500}{150} : 30$$

$$\frac{h}{t} = 30 > K_1$$

தூண் மூன்றாம் வகையைச் சார்ந்தது.

$$P = \{A\} \; \frac{0.329 \; E}{\left(\frac{l}{t}\right)^2}$$

$$: 200 \times 150 \times \frac{0.329 \times 9600}{(30)^2}$$

$$: 105280 \text{ N (OR) } 105.28 \text{ KN}$$

எடுத்துக்காட்டு 3.12

உள் நிலையில் பயன்படுத்தப்படவுள்ள ஒரு தேக்குத் தூணின் குறுக்கு வெட்டு அளவு 250mm × 250mm. தூணின் உயரம் 5m இந்தத் தூணின் பளு தாங்கும் திறனை அறிக.

மாறாக, இந்தத் தூண் ஐந்து 50 mm × 200 mm கட்டைகள் ஒரு 150mm × 150mm மையக் கட்டை இவற்றால் கட்டு விக்கப்பட்டால் தூண் எவ்வளவு பளுவைக் குறைத்துத் தாங்கும். (படம். 3.29)

உயரம் $= 5000$mm

குறுகிய அகலம் $(t) = 250$mm

$$\frac{l}{t} = \frac{5000}{250} = 20$$

மீள்மைக் குணகம் E: 12700 N/mm²

பத்திரமான இழைகளுக்கு இணையான அமுக்கத் தகைவு ($f_{cp} = 7 N/mm^2$)

$$K \quad 0.702 \quad \sqrt{\frac{12700}{7}} = 29.9$$

$$P = A\,F_{cp} \left\{ 1\text{-}1/3 \left\{ \frac{20}{29.9} \right\}^4 \right\}$$

$$= (250)^2 \times 7 \times \left\{ 1\text{-}\ 1/3 \left(\frac{20}{29.9} \right)^4 \right\}$$

$$= 408306 \text{ N (or) } 408.3 \text{ KN}$$

கட்டுவிக்கப்பட்ட தூண்

t_1 : 250

t_2 : 150

t_e : $\sqrt{t_1^2 + t_2^2}$: $\sqrt{250^2 + 150^2}$

: 292 mm

$$\frac{l}{te} = \frac{5000}{292} = 17.1$$

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு $= 0.8\ f_{cs}$

அட்டவணை 3.11 இலிருந்து

$$K_1 = 0.702 \sqrt{\frac{\lambda E}{f_{cp}}}$$

50 mm சட்டத்திற்கு $\lambda = 0.6$

$$K_1 = 0.702 \sqrt{\frac{0.6 \times 12700}{0.8 \times 7}} = 23$$

$$8 < te < K_1$$

$$P = A f_c \left\{ 1 \quad 1/3 \left(\frac{h/te}{K_1} \right)^4 \right\}$$

$$= 250 \times 250 \times 0.8 \times 7 \left\{ 1 - 1/3 \left(\frac{17.25}{23} \right)^4 \right\}$$

= 313, 357 N அல்லது 313 KN

எடுத்துக்காட்டு 3.13

பிரிப்பு கொண்ட 3.5m உயரமுள்ள தூண் தேவதரு மரத்தால் ஆக்கப்பட்டு ஓர் உள் நிலையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தூணின் மேல் உள்ள பளு 110KN தூணின் அளவை வரையறுக்க.

தூணின் உயரம் = 3.5 m : 3500 mm

கடைக் கட்டைகள் உயரம் 5 விழுக்காடு $= 3500 \times \frac{5}{100}$

$= 175$ mm

கடைக் கட்டைகளுக்கு உள்ளிட்ட உயரம் } $h_1 = 3500 - 2 \times 175 = 3150$mm

பயனுறு உயரம் $l = 0.6h$ எனக் கொள்ளலாம்.

60 mm சட்டங்களைப் பயன்படுத்தினால்

$$\frac{l}{t} = \frac{0.6 \times 3150}{60} = 31.5$$

இடைவெளித் தூண்களுக்கான பளு தாங்குதிறன்

$$P = Af_{cp} \left[1 - 1/3 \left(\frac{l}{t\,K} \right)^4 \right]$$

$$K_s = 0.702 \sqrt{\frac{25E}{f_{cp}}}$$

$$K_s = 0.702 \sqrt{\frac{2.5 \times 9600}{7}} = 41$$

$$f = f_{cp} \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{l}{tk\,s} \right)^4 \right]$$

$$= 7 \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{31.5}{41} \right)^4 \right]$$

$$= 6.18 \text{ N/mm}^2$$

இரு பிரிப்புத் தூணின் மொத்தப்பரப்பு $= \frac{110 \times 1000}{6.18}$

$= 17799 \text{ mm}^2$

பருமன் 60mm கொண்ட தூணின் அகலம் $= \frac{17799}{2 \times 60}$

$= 148 \text{ mm}$

150mm × 60mm கொண்ட இரண்டு சட்டங்களை இடைவெளிக் கட்டைகள் கொண்டு பிரித்து, பிரிந்த தூணை உருவாக்கலாம் (படம் 3.30)

3.8 ஒட்டிய மர ஏட்டு (பலகை) அடுக்குகள் (Glued Timber laminates)

இயற்கையில் கிடைக்கும் மரத்தின் குறுக்களவும் நீளமும் ஓர் அளவுக்குள் அமைவதால் அவற்றை நீண்ட இடைவெளியைத் தாங்கும் அமைப்பாகக் கொள்வது கடினமாகிறது. அவ்வண்ணம் நீளமான உத்திர மரங்கள் கிடைத்தாலும் அதற்கான பொருட்செலவு மிக அதிகமாகிறது. எனவே, 25mm முதல் 50mm வரை கனமுள்ள மர ஏடுகளை அவற்றின் இழை ஒரே போக்கில் இருக்கும் வண்ணம் ஒட்டி, செயற்கையாக மரச் சட்டங்களை உருவாக்குகிறார்கள். இந்த முறையில் பசை சீராக இடப்படல் வேண்டும். பசை காயும் பொழுது வெப்பம் ஒரே மாதிரி இருக்கவேண்டும்; ஏடுகள் சீரான அழுத்தத்தில் சேர்க்கப்படல் வேண்டும். இந்த ஏடுகளின் அடுக்கலான சட்டங்களை எந்த அளவிலும், எந்த உருவத்திலும் உருவாக்கலாம். கமான்களிலும், கோம்பைச் சட்டகங்களிலும் பயன்படும் மரச் சட்டங்களை இவ்வகையான முறையில் பெறலாம். சில குறிப்பான ஏட்டு அடுக்குகளைப் படத்தில் (படம் 3.31) காணலாம். ஒட்டிய மர ஏட்டு அடுக்குகள் கீழ்க்காணும் சிறப்புகளைக் கொண்டவை.

(1) தேவைக்கேற்ற மரச் சட்டங்களைப் பெறலாம்.

(2) பெரிய மரச் சட்டங்களை உருவாக்குவதில் செதுக்கிச் சேதப்படும் துண்டுகளை மீண்டும் பயன்படுத்தி சிக்கனம் அடையலாம்.

3) குந்தகம் அற்ற மரச்சட்டங்களைப் பெறும் சாத்தியக் கூறு உள்ளது.

4) தீயிலிருந்து காக்கும் வண்ணமான மரச் சட்டங்களை உருவாக்கும் வாய்ப்பு உளது.

நீண்ட சட்டங்களைப் பெற மரத்தின் ஏடுகள் பிணைக்கப்பட வேண்டும். இழுவைத் திறனற்ற முட்டிணைப்போ, 12-இற்கு 1 என்ற கோணம் கொண்ட சாய்விணைப்போ பயன்படுத்தப்படலாம் (படம் 3.32).

வளைந்த சட்டங்களின் குறைந்த வளைவு ஆரம் 130 × பருமன் என்ற அளவில் இருக்க வேண்டும்.

ஏடுகளைக் கொண்டு சட்டங்களை உருவாக்கும் பொழுது நல்ல வலிமை கொண்ட மரங்களின் ஏடுகளைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் அமைக்க வேண்டும். சட்டம் வளைப்பு விசைக்கு உள்ளாவதாக இருந்தால், இந்த ஏடுகள் சட்டங்களின் மேல், கீழ் நிலைகளில் இருக்க வேண்டும். நறுக்குத் தகைவுக்குப் பெரிதும் ஆளாகும் சட்டங்களின் குருத்து ஏடுகள் நல்ல மரங்களிலிருந்து பெறப்பட வேண்டும்.

வடிவக் கணக்கீடு

காப்புத் தகைவுகள் முழு மரத்தால் ஆன சட்டங்களுக்கு உள்ளவை போன்றவையே ஆகும். தவிர, சில காரணிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உருவக் காரணி

சட்டத்தின் வடிவம் கருதிப் பயன் படுத்தப்படும் இந்தக் காரணி, செவ்வக வடிவத்திற்கு 1.0 ஆகவும், வட்ட வடிவத்திற்கு 1.18 ஆகவும் இருக்கிறது.

வளைவுக் காரணி

வளைந்த உருவத்தைப் பெறும் வண்ணம் ஆக்கப்பட்ட சட்டங்களுக்கு இக்காரணி பொருந்தும்.

காரணி $Cc = 1.0 - 2000 \frac{t}{\gamma}^{2}$ என அமைகிறது.

Cc = வளைந்த வடிவத்தின் காரணி

t = ஏட்டின் பருமன்

γ = வளைப்பின் ஆரம்

உயரக் காரணி (Depth factor)

$$C_h = 1.07 - 0.07\sqrt{\frac{\text{உயரம்}}{5}}$$

என்ற சமன்பாட்டை ஒட்டி இந்தக் காரணியின் அளவு, உயரம் அதிகமாக அதிகமாகக் குறைகிறது. உரிய அனுமதிக்கப் படும் தகைவைப் பெற, வழக்கமாக அனுமதிக்கப்படும் தகைவை இந்தக் காரணிகளால் பெருக்கிக் கொள்ள வேண்டும்.

வினாக்கள்

1. 40 mm × 40 mm சதுரவட்டில் சாதாரண இரக மஞ்சக் கடம்பை மரச்சட்டத்தின் மேல் இழையோட்டத்திற்கு 15° கோணத்தில் பதிந்து அதன் பரப்புக்குக் குத்தாக அமைந்துள்ள ஒரு மரையாணியின் இழு விசையை ஏற்கிறது. சட்டம் உள் நிலையில் அமைந்துள்ளது. வட்டில் தகட்டின் மேல் அனுமதிக்கப்படும் அதிகத் தகைவைக் காண்க.

2. ஒரு 60 mm பருமனுள்ள உள் நிலை முக்கிய வெண் தேக்குச் சட்டம் நீக்கப்பட வேண்டும். சட்டம் 100 KN இழு பளுவைத் தாங்குகிறது. இரண்டு 40mm மூடிப் பலகைகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு சட்டக இணைப்பைக் கணக்கிடுக. பளு இழைகளுக்கு இணை யாகச் சாடுகிறது.

3. ஒரு 30 mm பருமனுள்ள தேக்குச் சட்டம் அதே திசையில் அமைந்த 120 mm பருமனுள்ள மற்றொரு தேக்குச் சட்டத்துடன் இணைக்கப்படவுள்ளது. சட்டம் 20 KN பளுவை இழைகளுக்கு இணையாகத் தாங்குகிறது. தேவையான 12 mm மரையாணிகளைக் கணக்கிடுக.

4. தேக்கு மரத்தாலான 100 mm பருமனுள்ள ஒரு சட்டம் இரு மூடிப்பலகை இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது.

இணைப்பின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் 20 அளவுக் குறியீடு 4 (Gauge) கம்பி ஆணிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இந்த இணைப்பு, பத்திரமாகத் தாங்கும் பளுவின் அளவை நிருணயிக்க.

5. ஒரு பொருட்காட்சிக்காக அமைக்கப்படும் ஒரு தற் காலிகமான கட்டுமானத்தின் 4 m நீளமுள்ள துருத்து உத்திரம் அமைக்கப்படுகிறது. உத்திரம் தன் எடையை உள்ளிட்ட 15 KN/m என்ற பளுவை முழு நீளத் திலும் ஏற்கிறது. சாதாரண 300 mm × 50 mm தேக்குச் சட்டங்கள் கிடைக்கின்றன. இந்தச் சட்டங் களைப் பயன்படுத்தி ஓர் உத்திரத்தை அமைக்க.

6. துறைத்தூரம் முழுவதும் சீராகப் பரவிய 10 KN/m என்ற பளுவைத் தாங்கும் உள் நிலை சாதாரண இரகத் தேக்கு உத்திரத்தின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக. துறைத்தூரம் 5 m.

7. 300 KN அச்சுப் பளுவை ஒரு தூண் தாங்குகிறது. தூணின் செயல்படு நீளம் 4 m உள்நிலையில் அமைந்த இந்தத் தேக்கு மரத்தாலான தூணின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக.

8. நனைதலுக்கு ஆளான ஒரு தூண் 40 mm × 160 mm வெண்தேக்குத் துண்டுச் சட்டங்களைக் கொண்டு கட்டுவிக்கப்படுகிறது. தூணின் அளவு 160 mm × 160 mm எனில், தூண் தாங்கும் பளுவை நிருணயிக்க. தூணின் செயல்படு உயரம் 4 m.

9. ஒரு பெட்டக வடிவத் தூண், தூணின் உள்ளே 150 mm குழல்களுக்கு இடமுள்ள வண்ணம் கட்டப் படுகிறது. தூண் 400KN பளுவைத் தாங்குகிறது. செயல்படு உயரம் 4 m. தேக்குச் சட்டங்களைக் கொண்டு தூணின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக.

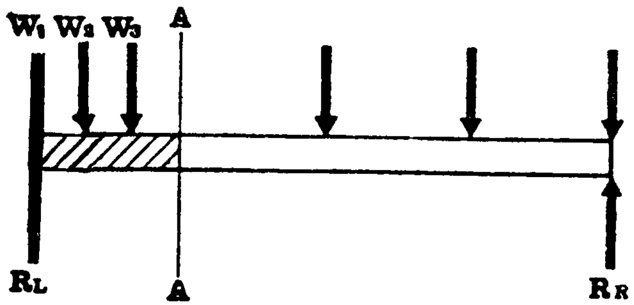
10. கற்காரை (கான்க்ரீட்) உத்திரச் சாரத்தின் குத்துக் கோல்களாக 100 mm விட்டம் × 5 m நீளமுள்ள சவுக்கு உருட்டுகள் பயன்படுகின்றன. உத்திரத்தின் சாரம் கொடுக்கும் மொத்த எடை 8 KN/m எனில் உருட்டுகளின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தைக் கணக்கிடுக.

11. அடி, தலை, நுனிகளுக்கிடையே 2.5 m நீளமுள்ள ஒரு பிரிந்த தூண் 90 KN பளுவைத் தாங்குகிறது. 40 mm பருமனுள்ள தேக்குச் சட்டங்களைக் கொண்டு தூணை அமைக்க அளவுக்கணக்கிடு செய்க. கடை இணைப்புகளும் கணக்கிடப்படவேண்டும்.

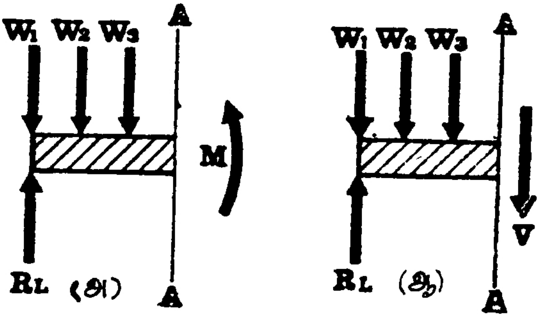
12. ஒரு முற்றம் 6 m அகலமானது. அதன் தளத்தைத் தாங்க 3 m இடைவெளிகளில் இரும்பு பூட்டு உத்திரங்கள் அமைக்கப் படுகின்றன. சடப் பளு, நகர்பளு இவற்றின் மொத்தம் 4 KN/mm^2 .125mm × 300 அளவுள்ள இரண்டு தேக்குச் சட்டங்கள், இடையிட்ட 12 mm × 200 mm இரும்புத் தகடு இவற்றால் உத்திரம் ஆக்கப்பட்டது. இரும்பு, மரம் இவற்றிற்கான மீள் குணகங்கள் முறையே 200×10^9 N/m^2, 1.05×10^9 N/m^2, மரம் இரும்பு இவற்றின் மேலுள்ள அதிக அளவு தகைவுகளைக் கணக்கிடுக.

குறிப்பு :

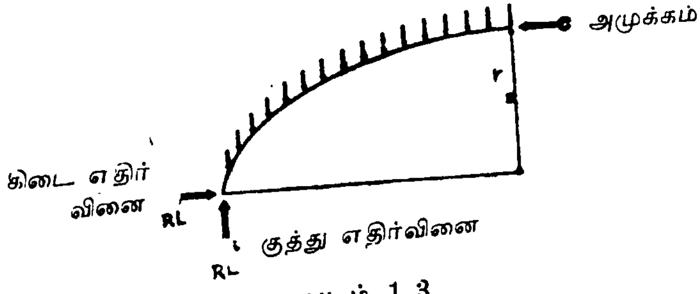
1, 2, 3 அத்தியாயங்களுக்கான படங்கள் தொடர்ந்து வரும் பக்கங்களில் அமைக்கப்பெற்றுள்ளன.



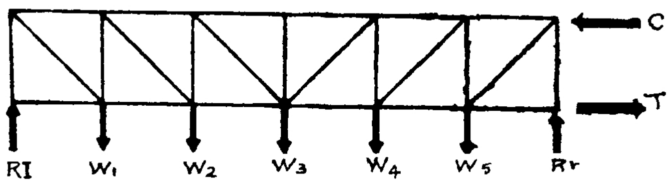
படம் 1.1
உத்திரம் — பளுக்கள்



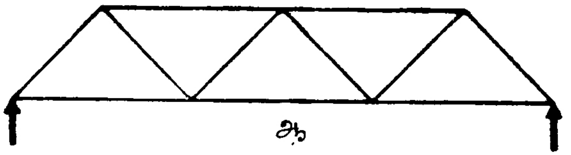
படம் 1.2
(அ) வளைப்புத் திருப்புவிசை
(ஆ) நறுக்கு விசை



படம் 1.3
கமான்கள்



அ



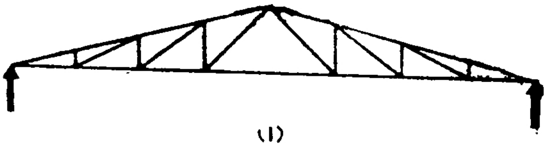
ஆ

படம் 1.4

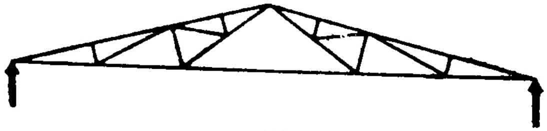
இணை நாண் தூலக்கட்டுகள்

1) பிராட் வகை

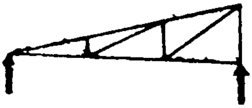
2) வாரன் வகை



(1)



(2)



(3)

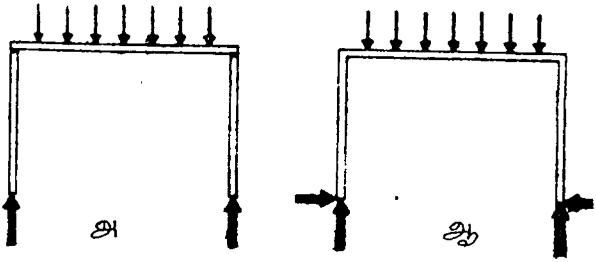
(4)

கூரை தூலக் கட்டுகள்

1) பிராட் வகை

2) பிஃங் வகை

3.4.) வடவொளி தூலக்கட்டு

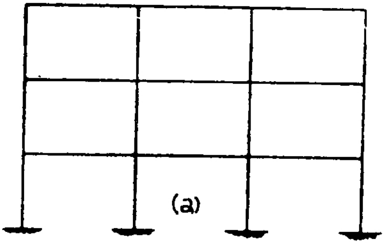


படம் 1.5

ஒரு மாடி ஓர் அங்கணச் சட்டகம்

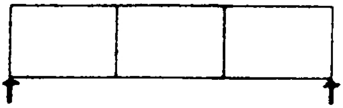
அ) கிடை நகரும் இயல்பு

ஆ) கிடை எதிர்வினை நல்கும் உறுதிப்பாடு



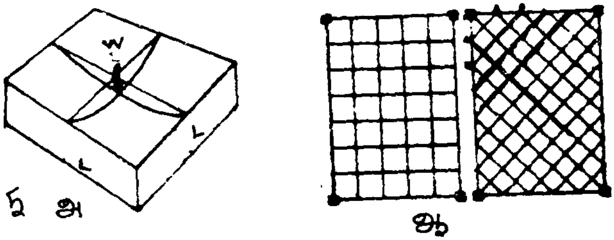
படம் 1.6

பல மாடி பல அங்கணச் சட்டகம்



படம் 1.6

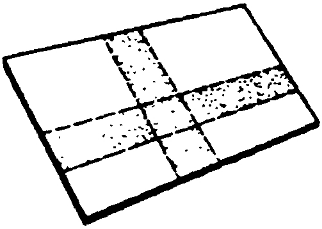
வியரண்டீல் உத்திரம்



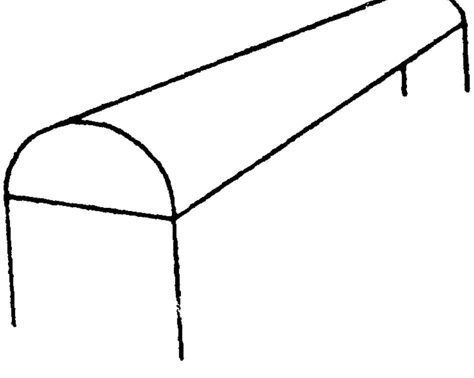
படம் 1.7
உத்திரப்பின்னல்

அ. தோய்வு ஒன்றுபட்டுப் பளு ஏற்கும் உத்திரங்கள்

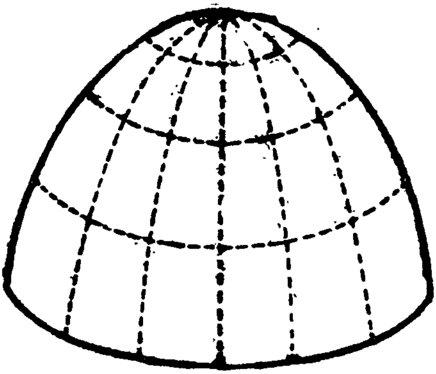
ஆ. உத்திரப் பின்னல் வகைகள்



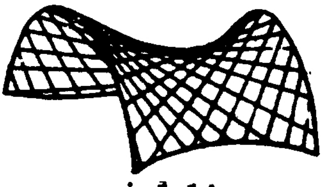
படம் 1.8
தளப்பலகை பளுப் பங்கீடு இயல்பு



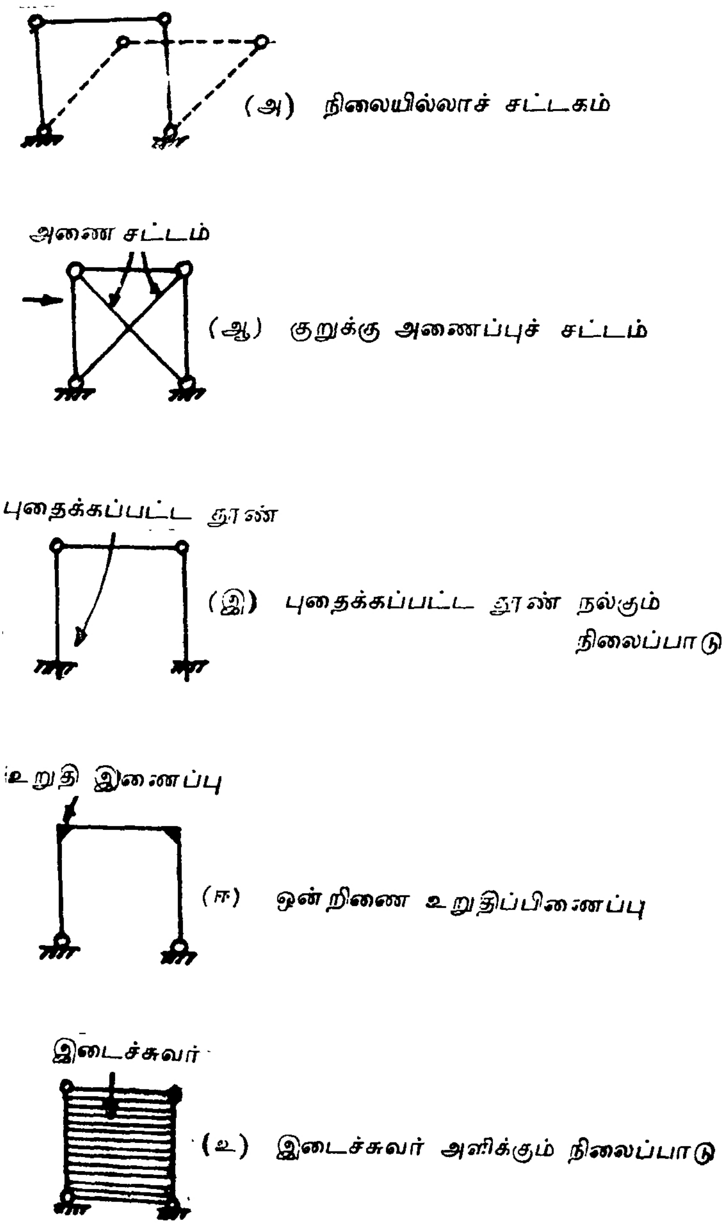
படம் 1.9
ஒரு புறம் குவிந்த கிளிஞ்சல் கூரை



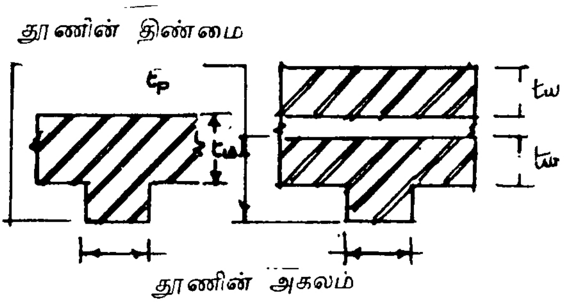
படம் 1.10
குமிழ் வடிவக் கூரை



படம் 1.11
ஹைபர் கூரை

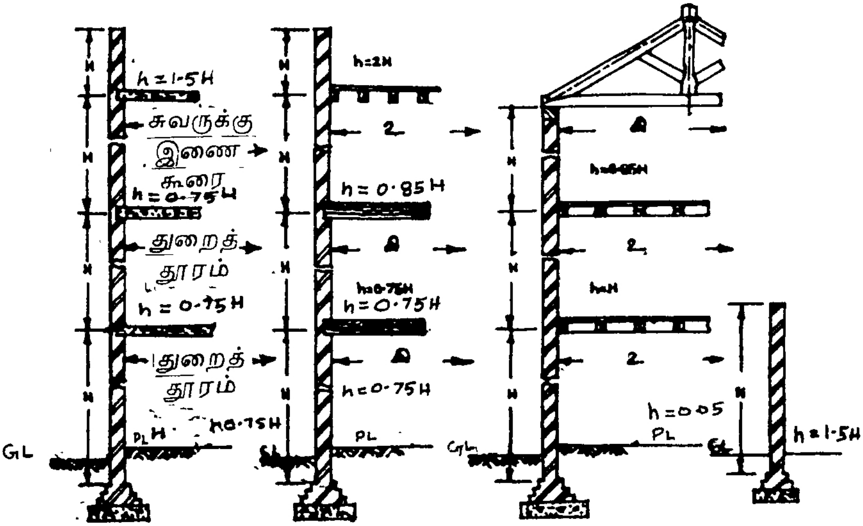


படம் 1.13
சட்டக நிலைப்பாட்டு அமைப்புகள்



படம் 2.1

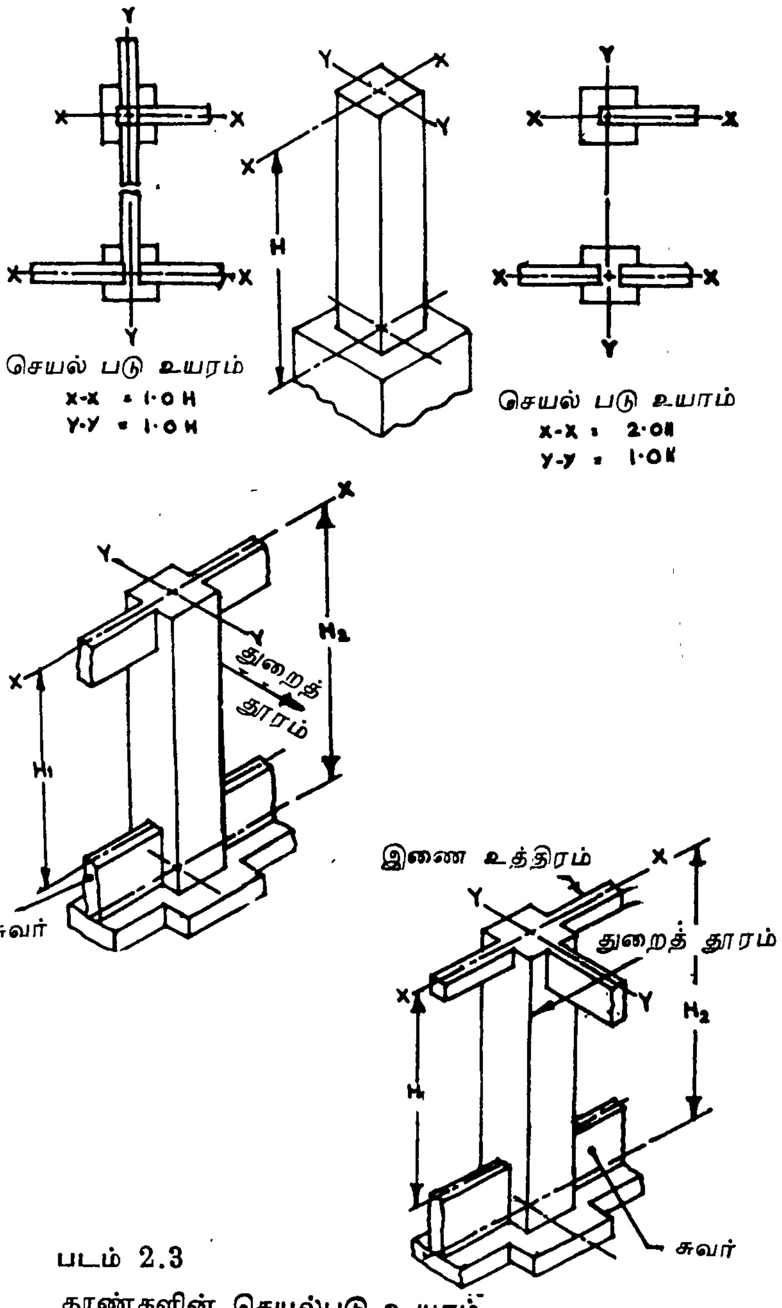
பீடத்திற்கான பான்மைகள்



படம் 2.2

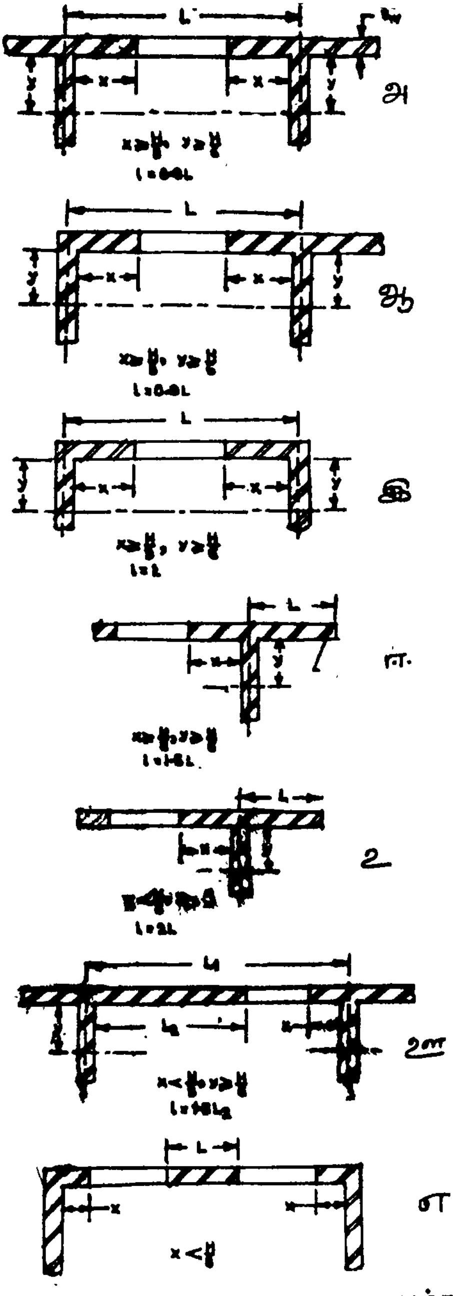
சுவர்களின் செயல்படு உயரம்

உ — பாலமாகும் துறை இ — பாலமல்லாத துறை



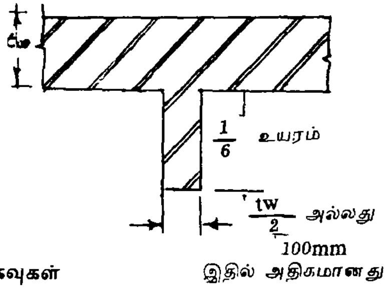
படம் 2.3

தூண்களின் செயல்படு உயாம்

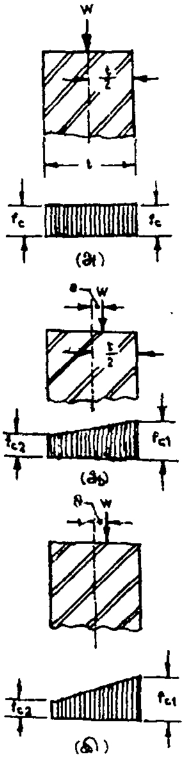


படம் 2.4
சுவர்களின் செயல்படு நீளம்

படம் 2.5
கிடைவாக்கு தாங்குமானம் அளிக்கும்
தூண்களின்
பான்மைகள்



படம் 2 6
பெயர்ப்புக்கான தகைவுகள்



$e = 0$

$f_c = f_b \times K$

$W = f_c\, t = f_b \times K_s \times t$

$e = t/24$

$f_{c1} = 1.25\, f_b \times K_s$

$f_{c2} = 0.75\, f_b \times K_s$

$W = \frac{(f_{c1} + f_{c2})t}{2} = f_b \times K_s \times t$

$t/24 < e < t/6$

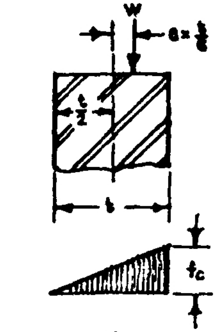
$f_{c1} = 1.25\, f_b \times K_s$

$W = \frac{W}{t} (1 + \frac{6e}{t})$

$W = \frac{1.25\, f_b \times K_s \times t}{(1 + \frac{6e}{t})}$

$f_{c2} = \frac{W}{t} (1 - \frac{6\,e}{t} = \frac{1 - 6e/}{1 + 6e/t}$

$1.25\, f_b \times ks$

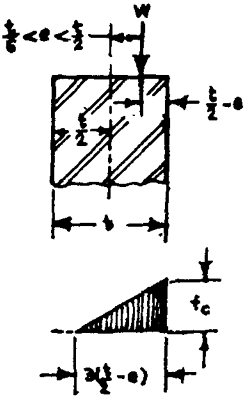


ஈ

$$e = t/6$$

$$f_c = \frac{2W}{et} = 1.25\ f_b \times K_s$$

$$= \frac{1.25\ f_b \times K_s \times t}{2}$$



உ

$$\frac{t}{6} < e < t/2$$

$$f_c = 1.25\ f_b \times K_s$$

$$= \frac{2W}{3\ (t/2 - c)}$$

$$W = \frac{1.25\ f_b \times K_s \times 3\ (t/2 - e)}{2}$$

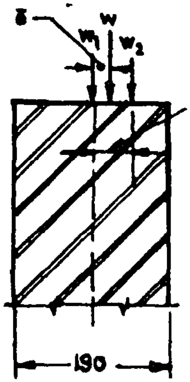
w = ஓர் அலகு நீளத்திற்கு அனுமதிக்கப்படும் பளு

f_b = அடிப்படை அழுக்கத்தகைவு.

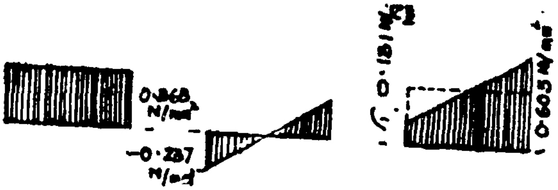
ks = காரணி (ஒல்லிவிகிதம் / பெயர்ப்பு)

t = சுவரின் திண்மை

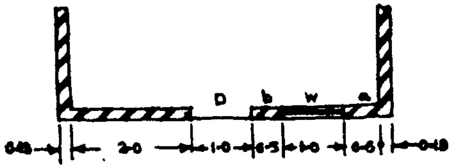
படம் 2.6 (தொடர்ச்சி)
பெயர்ப்புக்கான தகைவுகள்



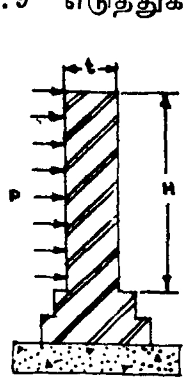
படம் 2.7 எடுத்துக்காட்டு 2.2



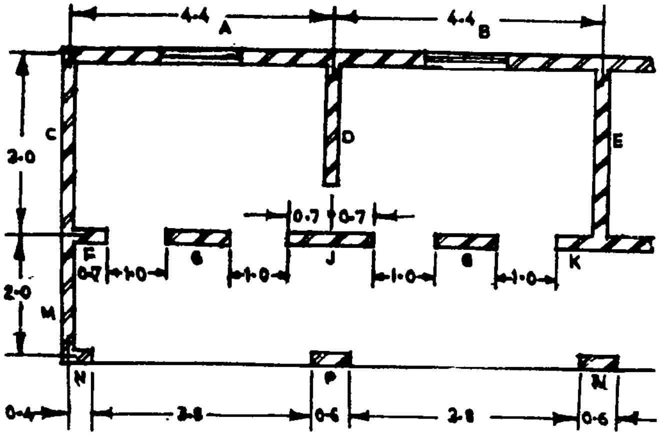
படம் 2.8 எடுத்துக்காட்டு 2.2



படம் 2.9 எடுத்துக்காட்டு 2.7

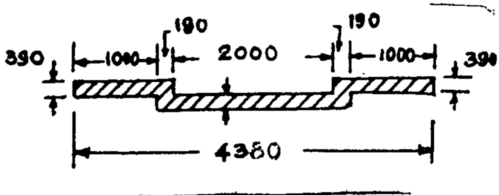


படம் 2.10 எடுத்துக்காட்டு 2.8



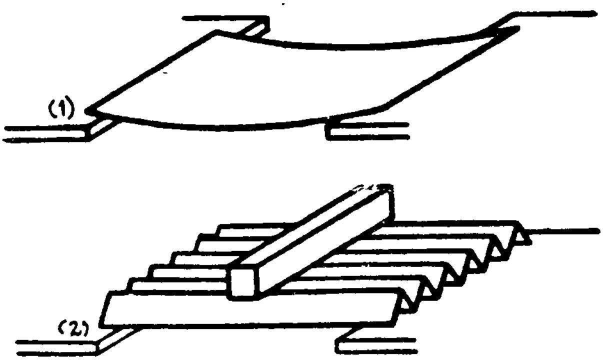
படம் 2.11

எடுத்துக்காட்டு 2.9



படம் 2.12

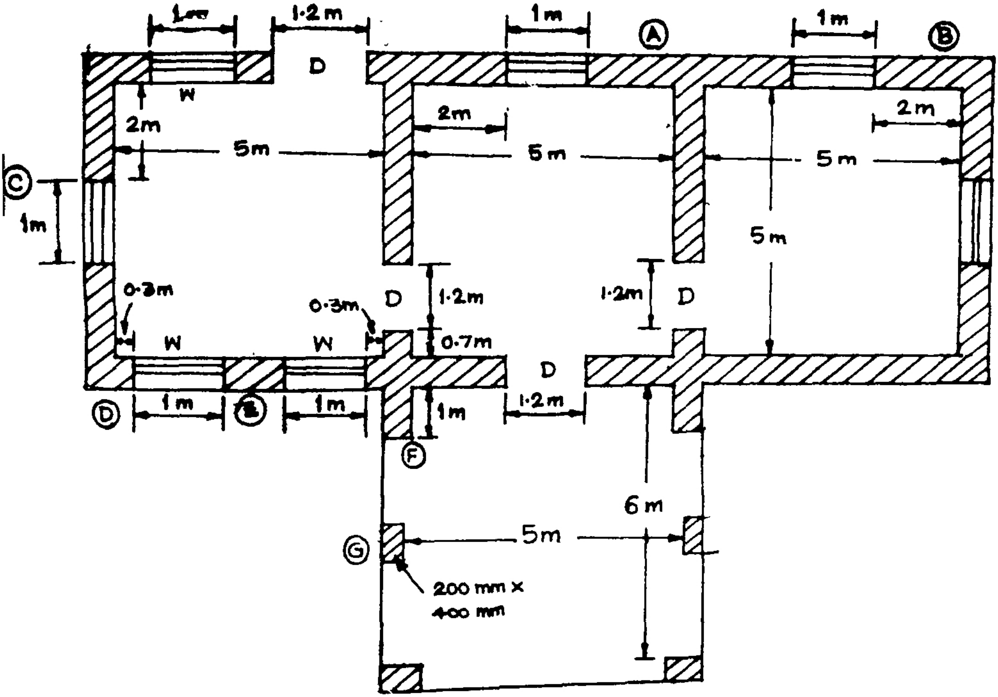
எடுத்துக்காட்டு 2.10



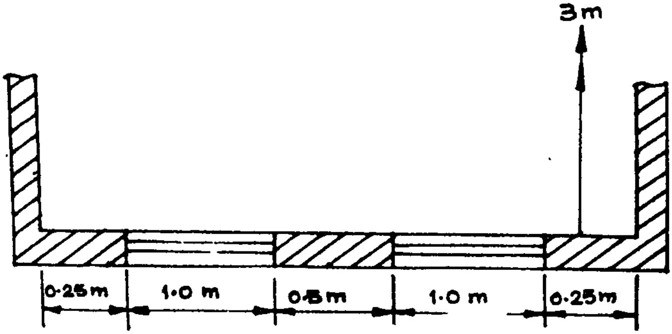
படம் 1.12

மடி தகட்டுக் கூரை

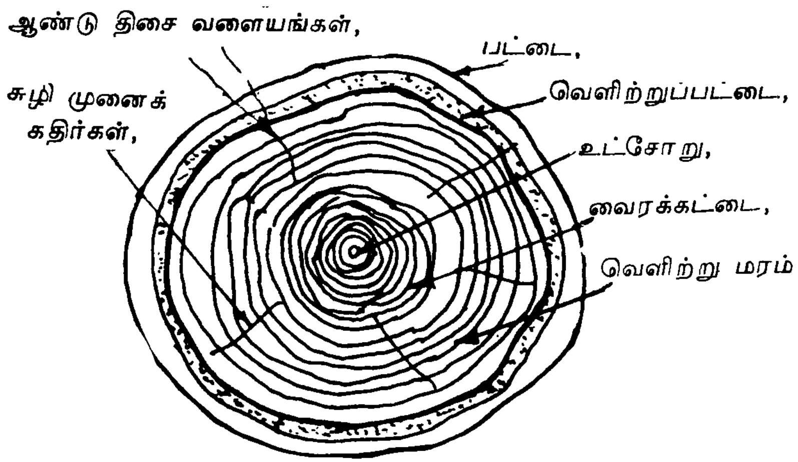
1. தன் எடையைத் தாங்க இயலாத ஏடு
2. மடிந்த கூரையாகப் பல மடங்கு
பளுத் தாங்கும் ஏடு



படம் 2.13
வினா எண் 2.7

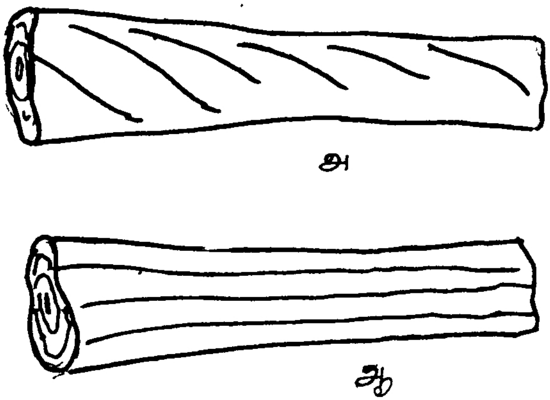


படம் 2.14
வினா எண் 2.8



படம் 3.1

மரத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்



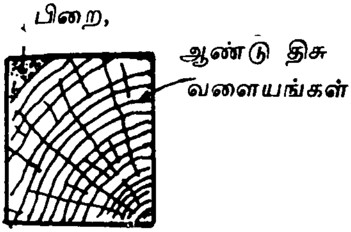
படம் 3.2.

இழையோட்டம்

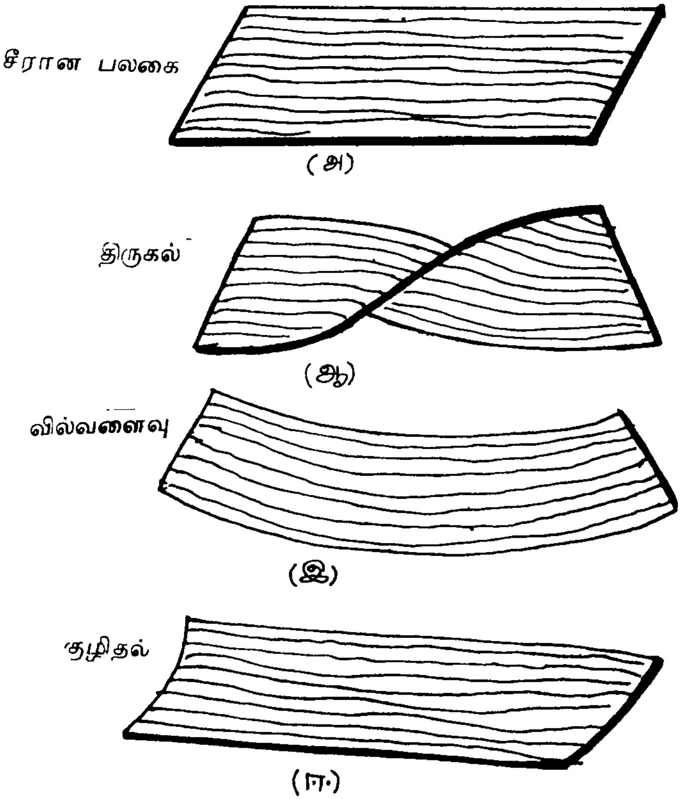
அ) சுற்று இழையோட்டம்

ஆ) நேர் இழையோட்டம்

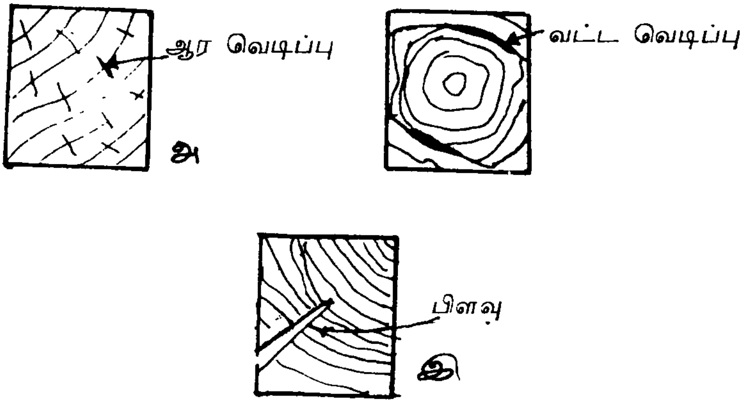
3 3. முடிச்சு



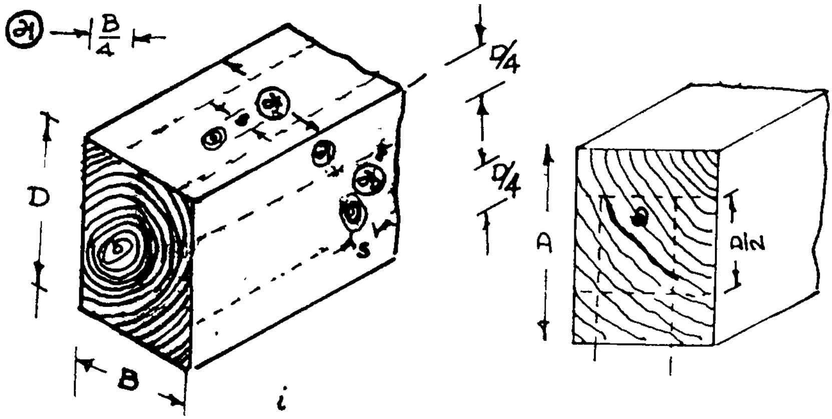
3.4 மரப்பிறை



படம் 3.5 மர நெளிவு



படம் 3.6
பதன்படுத்தலின் குறைபாடுகள்

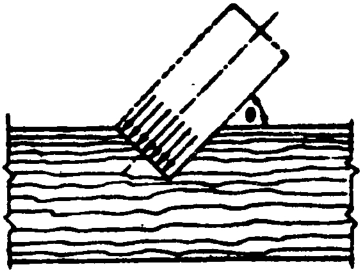


படம் 3.7

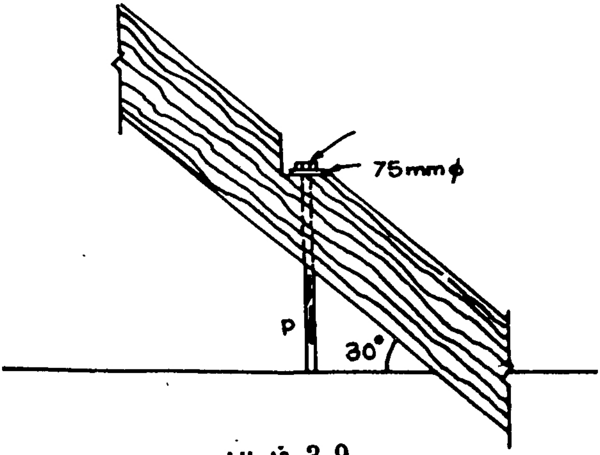
1) முடிச்சுகளில் இடம் 2) பிறை வெடிப்பு

D அகலமான பக்கம் B குறுகிய பக்கம்

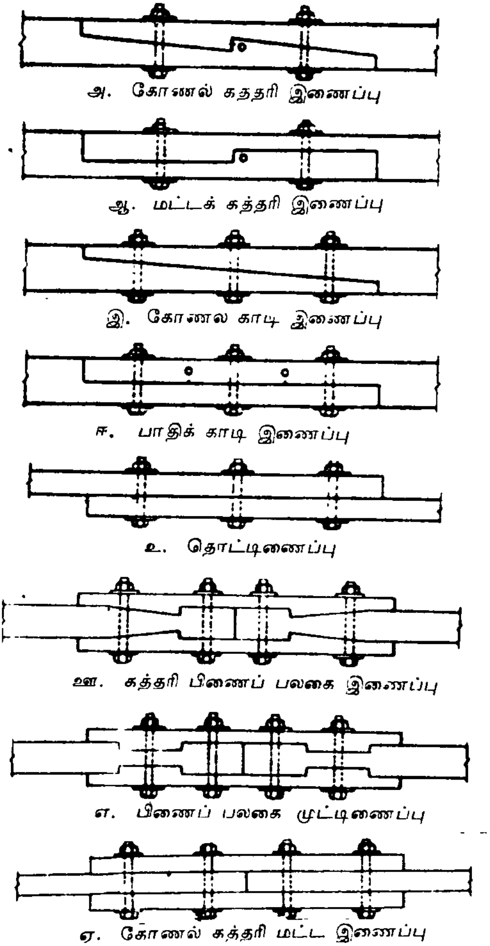
S முடிச்சு அளவு



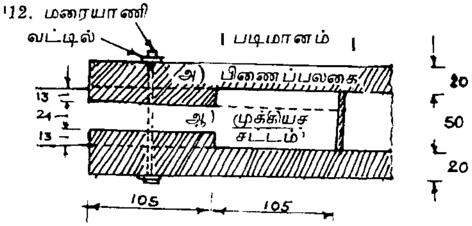
படம் 3.8
சாய்ந்த பரப்பின் தாங்கு தகைவு



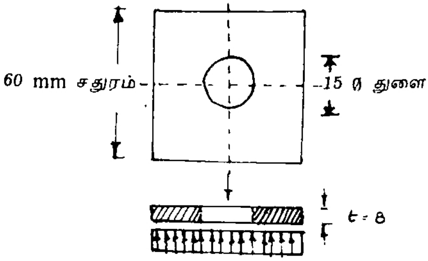
படம் 3.9
எடுத்துக்காட்டு 3.1



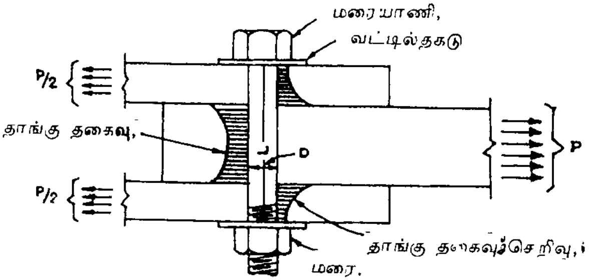
படம் 3.10 சட்டக இணைப்புகள்



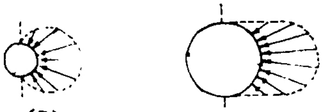
படம் 3.11. எடுத்துக்காட்டு 3.2



படம் 3.12 எடுத்துக்காட்டு 3.2



அ) தாங்கு தகைவுச்செறிவு

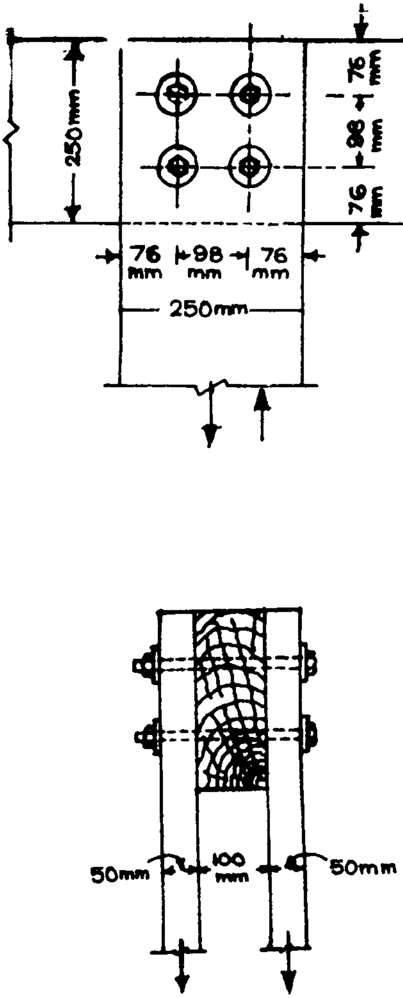


(ஆ) (இ)

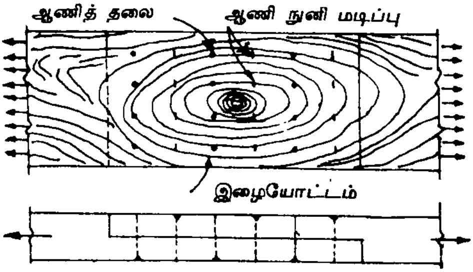
ஆ) சிறிய விட்ட ஆணியின் மேல் அழுத்தம்

இ) பெரும் விட்ட ஆணியின் மேல் அழுத்தம்

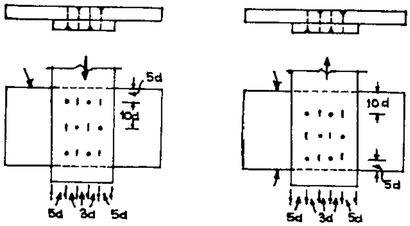
படம் 3.13



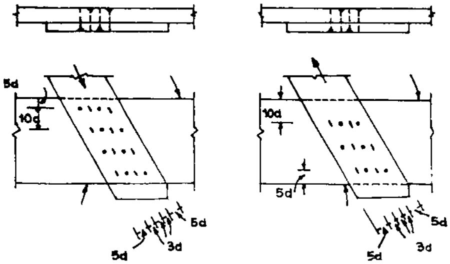
படம் 3.14
எடுத்துக்காட்டு 3.3



படம் 3.15 ஆணி இணைப்பு

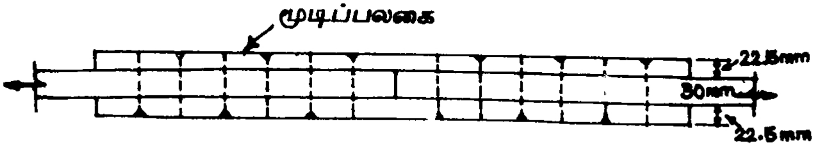


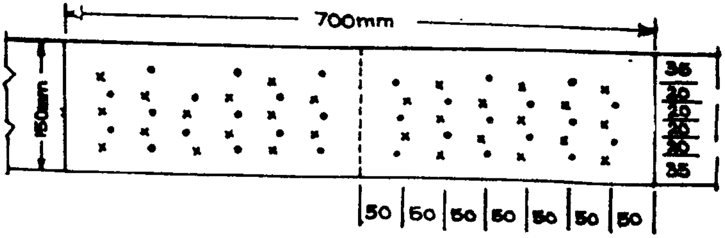
அ) குத்துச் சட்டங்கள் ஆணி இணைப்பு



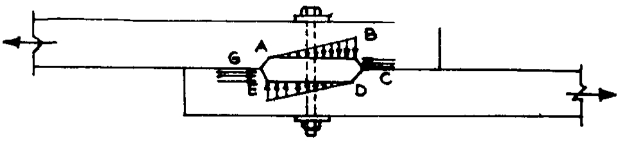
ஆ) சாய்ந்த சட்டங்கள் ஆணி இணைப்பு

படம் 3·16

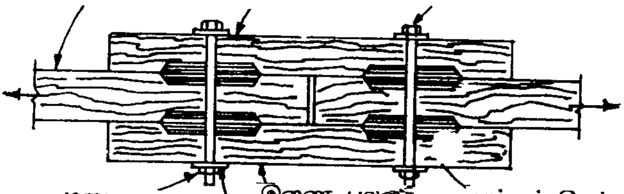




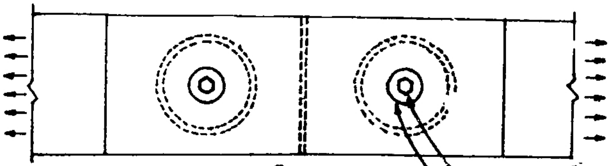
படம் 3.17
எடுத்துக்காட்டு 3.5



(அ)

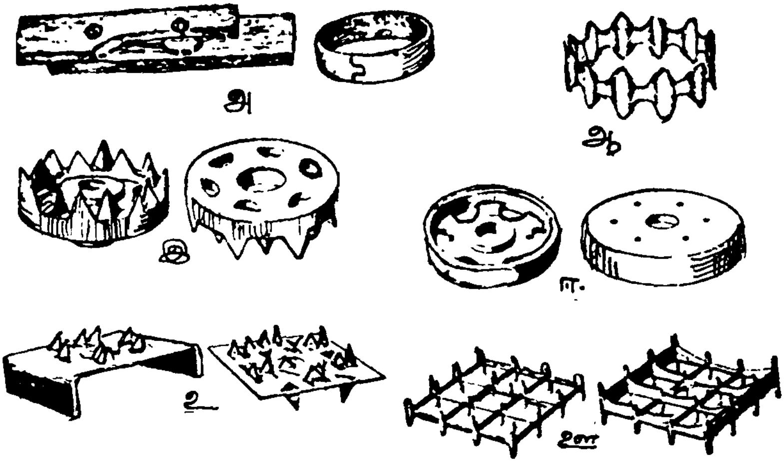


(ஆ)



(இ)

படம் 3.18
வட்டில் நெம்பு இணைப்பு
அ. தொட்டிணைப்பு ஆ. முட்டிணைப்பு
இ. முட்டிணைப்பின் கிடை படம்

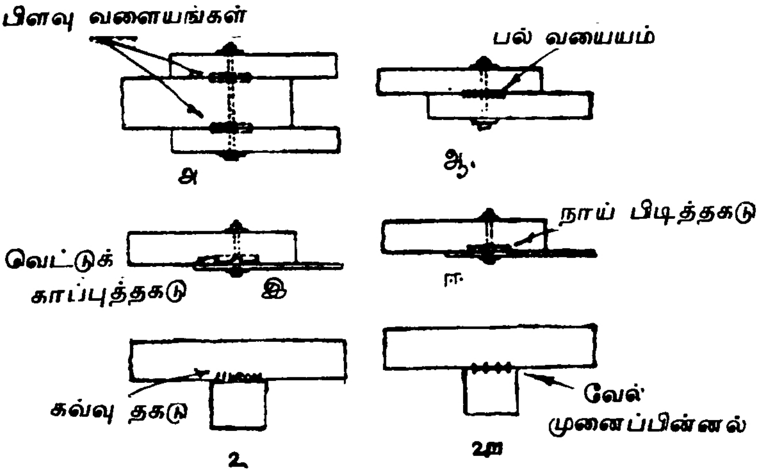


படம் 3.19 உலோகப் பிணைப்பான்கள்

அ பிளவு வளையங்கள் ஆ. பல் வளையம்

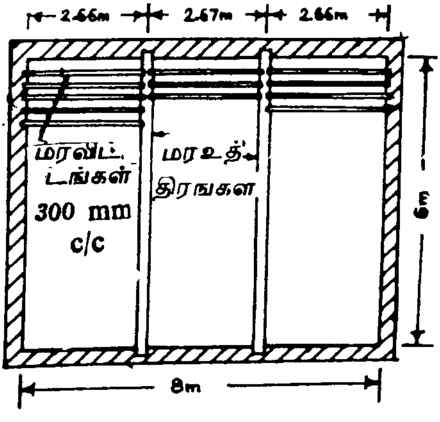
இ. நாய்பிடித் தகடு ஈ வெட்டுக் காப்புத் தகடு

உ. கவ்வு தகடு ஊ. வேல்முனைப் பின்னல்



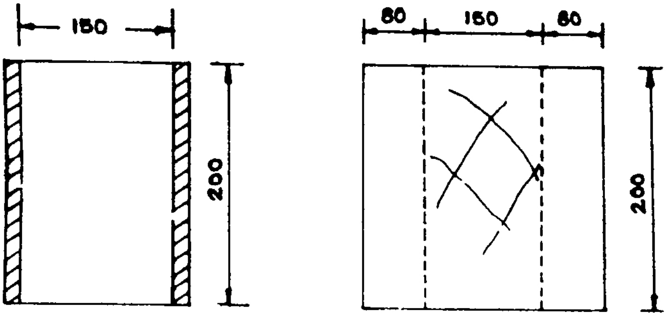
படம் 3.20 உலோகப் பிணைப்பான்கள்

3.19-இல் காட்டிய பிணைப்பான்கள் பொருத்தும் முறை

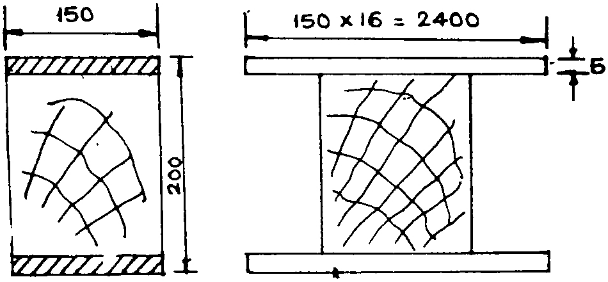


படம் 3.21

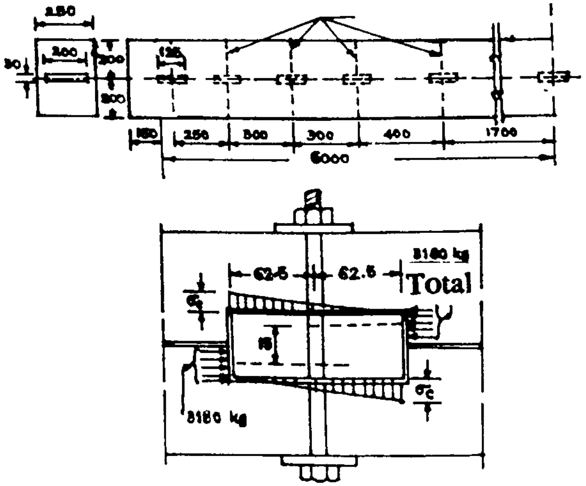
எ.கா. 3.7



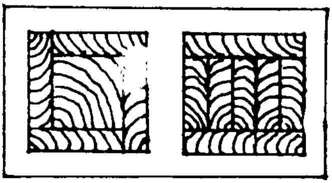
படம் 3.22 எ.கா. 3.8



படம் 3.23 எ.கா. 3.9

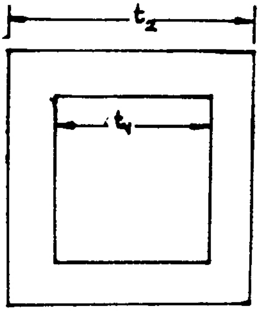


படம் 3.24 எ.கா. 3.10



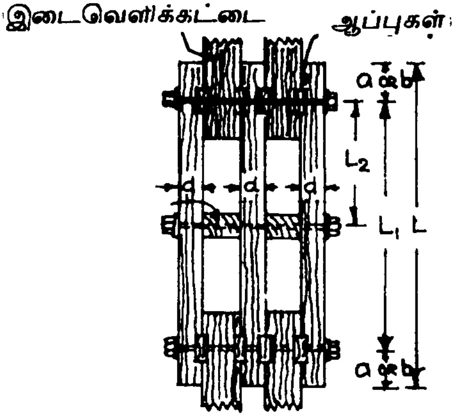
3.25

கட்டுவித்த தூண்கள்



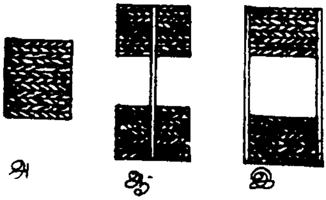
3.26

பெட்டகத் தூண்கள்



3.27.

பிரிந்த தூண்கள்

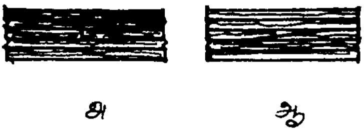


3.28

ஒட்டிய மர ஏட்டு அடுக்கு

அ) செவ்வகம் ஆ) I வடிவம்

இ) பெட்டி வடிவம்



3.29

மர ஏடு இணைப்பு

அ) முட்டிணைப்பு ஆ) [illegible]

4. இரும்புக் கட்டுமானங்கள்: இணைப்புகள்

4.1 முன்னுரை

இரும்புக் கட்டுமானங்கள், சரியாகச் சொல்லப் போனால் எஃகுக் கட்டுமானங்கள், பல்வேறு உறுப்புகளைப் பிணைத்து ஆக்கப்பட்டவை ஆகும். ஒரு தொழிலகத்தை எடுத்துக் காட்டாகக் காண்போம் (படம். 4.1). ஒரு சட்டகம் முழுப் பளுவையும் தாங்குகிறது. இரும்பு விட்டங்களும உத்திரங் களும் குறுக்கு நெடுக்காக அமைந்து சுமத்தப்படும் பளுவைத் தாங்குகின்றன. சட்டங்கள் குத்தாக அமைந்து தூண்களா கின்றன. இரும்புத் தகடுகள் தளத்தின் மேல் பரப்பப்படு கின்றன.

போக்குவரத்து வசதிகளை முன்னிட்டுச் சிறு சிறு பகுதிக ளாக உரிய பட்டறைகளில் கட்டுமான அங்கங்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவை தளங்களில் பிணைக்கப்பட்டுக் கட்டு மானங்களாக உருவாக்கப்பட்டு நிலை நிறுத்தப்படுகின்றன. கட்டுமானங்களின் அளவுகளைக் கணக்கீடு செய்பவர்கள் போக்குவரத்து வசதி அங்கங்களைத் தூக்கி நிறுத்துவதற்கான வலிமை இவற்றைப்பொறுத்து அங்கங்களின் அளவை அமைக் கிறார்கள்.

உருட்டுச் சட்டங்கள், உத்திரங்கள்
(Rolled steel sections, beams)

(எஃகு) இரும்புக் கட்டுமானங்களின் விட்டங்களும், தூண் களும் தூலக் கட்டுகளும் குறிப்பிட்ட சில வடிவங்களில் அமைந்த சட்டங்களால் ஆக்கப்படுகின்றன. இரும்பு உருக்

காலைகளின் உருளைகளுக்கு இடையே நகர்ந்து உருவாவதால் இவை இரும்பு உருட்டுகள் என்ற பெயர் பெற்றுள்ளன. படம் 4.2 பல வகையான வழக்கத்தில் உள்ள உருட்டுகளைக் காட்டுகிறது.

'ட' சட்டங்கள் (Angles)

இரண்டு வகையான 'ட' சட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன; சமமான கால்கள் கொண்ட 'ட' வடிவச் சட்டங்கள் சம 'ட'க்கள், சமமில்லாத-கால்கள் கொண்ட 'ட' வடிவச் சட்டங்கள்-அசம 'ட'க்கள், அவையாகும்.

அளவுகளுக்கேற்ப இரகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு,சட்டங்கள் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக ISA 50 × 50× 6 என்ற இந்திய ரக 'ட' சட்டத்தில் இரு கால்களும் வெளிப்புறத்தில் 50 mm கொண்டவை. கால்களின் பருமன் 6 mm. ISA 90 × 60 × 6 என்ற சட்டத்தின் சமமில்லாத கால்கள் 90 mm, 60 mm அளவு கொண்டவை.

'ட' சட்டங்கள் நாண்களாகவும், குறுந்தடிகளாகவும், பெரும் தகட்டு உத்திரங்களைக் கட்டுவிப்பதற்கும் பயன் படுகின்றன.

சம கால் 'ட' சட்டங்கள், அசம 'ட' கால் சட்டங்கள் இவற்றின் இயல்புகள் அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. (சேர்ப்பு அட்டவணை 1.) சட்டங்களின் பரப்பு, ஒரு மீட்டருக்கான எடை, சட்டத்தின் சடத்துவத் திறன் சட்டத்தின் மையப் புள்ளி, சடத்துவ ஆரம் ஆகியன அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. இந்தியாவில் வழக்கமாகக் கிடைக்கும் சட்டங்கள் மட்டுமே அட்டவணையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

ப' சட்டங்கள் (Channels)

'ப' சட்டங்கள் தூலக் கட்டுகளில் குறுக்குக் கழிகளாகவும், (Cross strut) விட்டங்களைக் கட்டுவிப்பதிலும் பயன்படுகின்றன. மூன்று வகைகளான 'ப' சட்டங்கள் உண்டு. நடுத்தர 'ப' சட்டங்கள் (MC) எடை குறைந்த 'ப' சட்டங்கள் (LC) சிறிய 'ப' சட்டங்களை (JC). நாட்டில் கிடைக்கும் நடுத்தர

'ப' சட்டங்களின் (MC)இயல்புகள் பின் சேர்க்கை அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன (சேர்ப்பு அட்டவணை 2).

உத்திரங்கள் (Beams)

உருட்டு உத்திரங்கள் விட்டங்களாகவும் பெரும் பாலங்களின் தூலக் கட்டுகளாகவும் பயன்படுகின்றன. உத்திரங்கள் இரண்டு எழுத்துக்களாலும் ஓர் எண்ணாலும் குறியிடப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக 'ட' B 200 என்ற குறியீடுகள் முறையே சிறிய உத்திரம் 200 mm உயரம் என்பவற்றை ஆங்கில எழுத்துக்களால் காட்டுகின்றன. வெவ்வேறு வகை உத்திரங்கள் குறியீட்டு எழுத்துக்களை மாற்றுவதின் மூலம் வேறுபடுத்தப்படுகின்றன. அவ்வகைகளும் குறியீடுகளும் ஆவன:

சிறிய உத்திரங்கள்	: SB (Small)
நடுத்தர உத்திரங்கள்	: MB (Medium)
அகன்ற உத்திரங்கள்	: WB (Wide)
எடை குறைந்த உத்திரங்கள்	: LB (Light)
H வகை உத்திரங்கள்	: HB

தற்பொழுது இந்தியாவில் கிடைக்கும் உத்திரங்களுக்கான அளவுகள் குறியீடுகள் சேர்ப்பு அட்டவணை 3-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

'T' (ஆங்கில 'டி') சட்டங்கள் (T - Sections)

இரண்டு 'ட' சட்டங்கள் பக்கவாட்டில் இணைந்தது போன்ற வடிவமே இச்சட்டங்கள். இவை ISST (இந்திய சாதாரண T இரகம்) இந்திய இலகு T இரகம் (ISLT) என்று வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

உருட்டுத் தகடுகள் (Steel plates)

5 முதல் 80 mm பருமனுள்ள தகடுகள் 160 mm முதல் 2500 mm அகலத் தகடுகளாகக் கிடைக்கின்றன.

உருட்டுத் தகடு பட்டைகளின் அகலம் 12 mm முதல் 250 mm வரை இருக்கிறது.

இரும்புக் குழல்கள் (Steel tubes)

15 முதல் 150 mm உயர் விட்டமுள்ள இரும்புக் குழல்கள் கட்டுமானங்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. சுவர்களின் பருமனுக்குத் தக்கவண்ணம் இவை இலகு, நடுத்தரம். கனமானவை என்ற வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.
(சேர்ப்பு அட்டவணை 4)

4.2. அறையாணி இணைப்புகள் (Rivetted joints)

இரும்புக் கட்டுமானங்களின் சட்டங்கள் கீழ்க்காணும் இணைப்புகளால் பிணைக்கப்படுகின்றன.

1) மரையாணி இணைப்புகள்
2) அறையாணி இணைப்புகள்
3) பற்ற வைப்பு இணைப்புகள்

அறையாணி இணைப்புகள் மிகவும் பழமையானவை, பொதுவானவை. ஆயினும் மரையாணி இணைப்புகளும், பற்றவைப்பு இணைப்புகளும் இன்றைய கட்டுமானங்களில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இரண்டு துண்டுகளில் துளையிட்டு ஓர் இரும்பு ஆணியைத் துளைகளில் நுழைத்து ஆணியின் மறு நுனியைச் சம்மட்டியால் அறைந்து குமிழாக்கிப் பிணைப்பது அறையாணி இணைப்பு எனப்படும். இவ்வாறு அறைந்து ஆக்கப்படும் அறையாணியின் தலைகளின் வடிவங்கள் படத்தில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. (படம் 4.3)

அறையாணியின் அளவு

அறையாணியின் அளவு அதன் தண்டினது விட்டத்தின் அளவு கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது. வழக்கமாக 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30 mm விட்டமுள்ள அறையாணிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஓர் இணைப்பில் சேர்க்கப்படும் சட்டங்கள் அல்லது தகடுகள் இவற்றின் பருமனைக் கருத்தில்

கொண்டு அறையாணிகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. அறையாணியைத் தேர்வு செய்யக் கீழ்க்காணும் விதியைத் துணையாகக் கொள்ளலாம்.

அன்வின் விதி

அறையாணி விட்டம் $d = 6.0\sqrt{t}$ என வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது

d = அறையாணியின் விட்டம், மில்லி மீட்டரில்

t = இணைக்கப்படும் தகடுகளின் குறைவான பருமன் மி. மீட்டரில்

துளையின் அளவு

அறையாணியின் தண்டு பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்டு, இணைக்கப்படும் தகடுகளின் துளைகளில் நுழைக்கப்பட வேண்டும். இதற்கேற்பத் துளைகள் தண்டின் அளவை விடச் சற்று அதிகமாக இருக்க வேண்டும். IS 800—1962 இந்த அதிகமான இடைவெளி 25 mm விட்டம் வரையுள்ள அறையாணிகளுக்கு 1.5 mm. அதற்கு அதிகமான விட்டமுள்ள அறையாணிகளுக்கு 2 mm அமைய வேண்டும் என்று அறுதியிடுகிறது

4.2.1 அறையாணி இணைப்பு வகைகள்

இரு வகையான அறையாணி இணைப்புகள் வழக்கத்தில் உள்ளன. (1) தொட்டிணைப்பு (2) முட்டிணைப்பு.

தொட்டிணைப்பு

இந்தவகை இணைப்புகளில் தகடுகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று வைக்கப்பட்டு ஒன்று அல்லது பல வரிசை அறையாணிகளால் சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்தவகை இணைப்புகளுக்கான தகடுகளின் மேல் பரவுதூரம் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. தகடுகளின் மேல் உள்ள இழப்பு விசை, இந்தவகை இணைப்புகள் மையம் பெயர்ந்து உள்ளதால் தகடுகள் வளைய ஏதுவாகிறது. (படம் 4.4)

முட்டிணைப்பு

இந்தவகை இணைப்புகளில் தகடுகள் ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்று வைக்கப்பட்டு, ஒரு மூடிப் பிணைப்புத் தகடாலோ இரு மூடிப் பிணைப்புத் தகடுகளாலோ சேர்ப்பிக்கப்படு கின்றன. இந்தவகை இணைப்புகள் படங்களில் விளக்கப் பட்டுள்ளன (படம் 4.5).

தொட்டிணைப்புகளும், முட்டிணைப்புகளும் அமையும் அறையாணிகளின் வரிசைக் கேற்பவும் வகைப்படுத்தபடு கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வரிசைத் தொட்டிணைப் பென்றும், இரு வரிசைத் தொட்டிணைப்பென்றும் கூறுவது வழக்கம். முட்டிணைப்புகள் தகடுகளின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டும், வரிசைகளைக் கொண்டும் இரு வரிசை இரு மூடித் தகடு முட்டிணைப்பென்றும், இரு வரிசை ஒரு மூடித் தகடு முட்டிணைப்பென்றும் பெயரிடப்படுகின்றன. (படம் 4,6, படம் 4.7)

அறையாணிகளின் அமைப்பு

அறையாணிகள் தொடர் வரிசைகளிலோ கோணல் வரிசை களிலோ அமைக்கப்படலாம். கோணல் அமைப்பு வைர வடிவ அமைப்பு எனவும் (படம் 4. 8) பெயர் பெறுகிறது.

4.2.2 இணைப்புகளுக்கான சில பொதுச்சொற்கள் (படம் 4.9.)

ஆணி இடைத்தூரம் (Pitch)

அடுத்தடுத்த அறையாணிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் இது "p" என்ற எழுத்தல் குறியிடப்படுகிறது.

வரிசைக்கோடு (Gauge line)

தகைவுக்கு இணையான அறையாணிக்ளின் வரிசை

வரிசையிடைத் தூரம் (Gauge distance)

இரு அறையாணி வரிசைகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம். "g" என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது.

விளிம்புத் தூரம் (Edge distance)

ஒரு தகட்டின் பக்கவாட்டு விளிம்பிற்கும் கடைசி அறை யாணி வரிசை ஆணி விளிம்பிற்கும் இடையே உள்ள தூரம் விளிம்புத் தூரம் ஆகும்.

பொதுவான விட்டம் :

குளிர்ந்த மறையாணித் தண்டின் விட்டத்தைவிட, துளை யின் விட்டம் (d) அதிகமானது. மறையாணிக்காக இடப்பட்ட துளையின் விட்டம், பொதுவான விட்டமாகக் குறிப்பிடப் படுகிறது.

பரவல் (Over lap)

இரு தகடுகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று பரவியுள்ள தூரம்

4.2.3 மறையாணி இணைப்புகளின் சிதைவும், அவற்றின் வலிமையும்

மறையாணி இணைப்பு மறையாணிகள் அல்லது தகடுகள் சிதைவுறுவதால் சேதமடையலாம். தகடுகள் கீழ்க்காணும் வழிகளில் சேதமடையலாம்.

1) தகடுகள் கிழிவதால் (படம் 4.10 அ)
2) தகடுகளின் விளிம்புகள் நெக்கு விடுவதால் (படம் 4.10 ஆ)
3) தகடுகள் ஆணிகளைத் தாங்க முடியாமல் நெகிழ்வதால் (படம் 4.10இ)

மாறாக, மறையாணிகள் நறுக்கப்படுவதாலோ (படம் 4.10ஈ) நசுக்கப்படுவதாலோ கேடுறலாம் (படம் 4.10 உ).

தகடுகள் கிழிதல் — இழுவைச் சிதைவு (Tearing)

அறையாணிகளின் வலிமை தகடுகளின் வலுவைவிட அதிகமாக இருந்தால் தகடுகள் கிழிகின்றன. அறையாணிக் காகத் தகடு துளையிடப்படும் இடங்களில் தகட்டின் அகலம் குறைந்து பரப்பு குறைபடுகிறது. இழுவை ஏற்கும் வலிமை குறைந்து அந்த இடங்களில் தகடு கிழிகிறது.

அறையாணியின் இடைத்தூரம் 'p' என்றால் தகடுகளின் நிகர அகலம் துளைகள் போக (p-d) என்றாகிறது. p_t இழு வைக்கான காப்புத் தகைவென்றால் தகட்டின் வலிமை

$$P_t = (p - d)\ t.\ P_t$$

தகடுகளின் விளிம்புகளின் சிதைவு

சரியான விளிம்புத்தூரம் இல்லாமையால் விளிம்புகள் நெக்குவிட்டுக் கிழிய வாய்ப்புண்டு. வெவ்வேறு விட்டமுள்ள அறையாணிகளுக்கான விளிம்புத் தூரங்கள் அட்டவணையில் எண் (4.1) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பளு தாங்க இயலாமல் தகடுகளின் சிதைவு

சரியான பருமன் இல்லாமல் உள்ள தகடுகள் பளு தாங்க இயலாமல் நெகிழ்ந்து படத்தில் காட்டியபடி சிதைவுறுகின்றன. அறையாணிகள் தகடுகளில் "உழுது கொண்டு" செல்கின்றன. உரிய பருமன் உள்ள தகடுகளைப் பயன்படுத்தி இந்தவகைச் சிதைவைத் தடுக்கலாம்.

அறையாணி நறுக்குபடுதல்

அறையாணி ஒரு பக்கத்திலோ, இரண்டு பக்கங்களிலோ நறுக்குறலாம். நறுக்குறுதலைத் தாங்கும் ஒரு பக்கத்தின்

பரப்பு $\frac{\pi d^2}{4}$ எனவும்

நறுக்குக்கான காப்புத் தகைவு p_s எனவும் கொண்டால்

ஒரு தலை நறுக்கை எதிர்க்கும் வலிமை

$$p_s = P_s \times \frac{\pi}{4} (d)^2 \text{ எனவும்}$$

இரு தலை நறுக்கை எதிர்க்கும் அறையாணியின் வலிமை

$$p_s = 2 \times P_s \times \frac{\pi}{4} (d)^2$$

எனவும் கணக்கிடப்படும்.

தொட்டிணைப்பிலும், ஒரு மூடித் தகடு பெற்ற முட்டிணைப் பிலும் பயன்படும் அறையாணிகள் ஒரு தலை நறுக்குக்கு ஆளாகின்றன. இரு மூடித் தகடுகள் கொண்ட முட்டிணைப்பு களில் பயன்படுத்தப்படும் அறையாணிகள் இரு தலை நறுக்குக்கு ஆளாகின்றன.

அறையாணியோ தகடோ நசுங்குதல் (Bearing)

அறையாணி தகட்டிற்கும் பளுவிற்கும் இடையில் நசுங் குறலாம். அல்லது அறையாணியைத் தாங்கமுடியாமல் தகடு நெகிழ்ந்து நசுங்கலாம்.

தாங்குவதற்கான காப்புத் தகைவு p_b என்றால், இணைப் பில் நசுங்குவதற்கெதிரான வலிமை

$$p_b = d.\ t.\ p_b$$

எனக் கணக்கிடப்படுகிறது.

தேவையான விளிம்புத் தூரம் கொடுத்து அமைக்கப்பட்ட அறையாணி இணைப்பு,கீழ்காணும் மூன்று வலிமைகள் பெற்று அமைகிறது. அவையாவன.

$$P_t = (p-d)\ .\ t\ .\ p_t$$

$$ps = n\ \frac{\pi}{4}\ .\ d^2\ \ p_s$$

$$n = 1 \text{ அல்லது } 2$$

$$p_b = d\ .\ t\ p_b$$

இவற்றுள் குறைந்த அளவு வலிமை அறையாணியின் உரிய வலிமையாகக் (Rivet value) குறிக்கப்படுகிறது.

அறையாணியின் வலிமையிலிருந்து ஓர் இணைப்பிற்கான அறையாணிகளின் எண்ணிக்கை கணக்கிடப்படுகிறது.

ஒரு துளையிடப்படாத முழுத் தகட்டின் வலிமைக்கும், அறையாணி இணைப்பிற்கும் உள்ள விகிதம் கீழ்க்கண்டவாறு இணைப்பின் வினைத் திறனாகக் (Efficiency) குறிக்கப்படு கிறது.

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{இணைப்பின் குறைந்தபட்ச வலிமை}}{\text{முழுத் தகட்டின் வலிமை}} \times 100$$

4.2.4 அறையாணி இணைப்பின் வடிவக் கணக்கீடு

கணக்கீட்டின்போது கீழ்க்காணும் கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொள்வது நலம்.

(1) எல்லாச் சட்டங்களின் மையக் கோடுகள் ஒரு பொதுப் புள்ளியில் சேருமாறு அமைக்கப்பட வேண்டும். மையப் பெயர்வு கொண்ட இணைப்புகள் சாதாரண சட்டங்களைப் பிணைக்கும்போது தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

(2) அறையாணிகளின் இடைத்தூரம் விட்டத்தின் 2.5 மடங்கிற்கும் குறைவாக இருக்கக்கூடாது. அறையாணிகளின் மையங்களுக்கு இடையில் உள்ள தூரம் 300 mm அல்லது 32× பருமன் இவற்றில் குறைவான அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கக் கூடாது.

(3) இரண்டு அறையாணி வரிசைக் கோடுகளுக்கு இடையில் உள்ள தூரம் 200 mm அல்லது (16 × பருமன்) இவற்றில் குறைவான அளவிற்கு அதிகமாக இழுவைச் சட்டங்களில் இருக்கக்கூடாது. அமுக்குதலுக்கு ஆளாகும் சட்டங்களில் இந்தத் தூரம் 200 mm (12 × பருமன்) இவற்றில் குறைவான அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கக் கூடாது.

(4) அட்டவணையில் குறிப்பிட்ட அளவுக்குக்குக் குறைவாக விளிம்பு இருக்கக்கூடாது.

அட்டவணை 4.2

அறையாணிகளுக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவுகள்

	நறுக்குத் தகைவு ps (N/mm^2)	தாங்கு தகைவு pb (N/mm^2)	இழுவைத் தகைவு pt (N/mm^2)
பட்டறை அறையாணிகள்	100.0	300.0	100.0
கை அறையாணிகள்	80.0	250.0	80.0

அட்டவணை 4.1
விளிம்புத் தூரம்

துளையின் விட்டம் mm	**விளிம்புத் தூரம்** mm
13.52 ம் கீழும்	19
15.5 ,,	25
17.5 ,,	29
19.5 ,,	32
21.5 ,,	32
23.5 ,,	33
25.5 ,,	44
29.0 ,,	51

உருட்டுச் சட்டங்களுக்கான அறையாணிகள் பொருத்தப் பட வேண்டிய ஒரு வரிசைக் கோடு தயாரிப்பாளர்களால் வழக்கமாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. (அட்டவணை 5.4) அல்லது அட்டவணை 4.1-இல் உள்ள விளிம்புத்தூரத்தைப் பயன் படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 4.1

ஒரு கொதி கலன் 14 mm தகட்டால் ஆக்கப்பட்டது. இரட்டை 22 mm அறையாணிகளை 50 mm இடைவெளி கொண்டு அமைக்கப்பட்டு தகடுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தகட்டின் இழுவைத் திறன் 400 N/mm^2 நறுக்குத் திறன் 300 N/mm^2 தாங்கு திறன் = 600 N/mm^2

இணைப்பின் திறனை நிருணயம் செய்க.

இணைப்பின் வினைத்திறனையும் காண்க.

அறையாணியின் விட்டம் = 22 mm

துளையின் விட்டம் (d) $\simeq$ 22 + 1.5 $\simeq$ 23.5 mm

இழுப்பின் தகடு சிதையும் பளு (Pt) = (p — d)t Pt

$= (50 - 23.5) . 14 . 400$

$= 148200N = 148.2KN$

அறையாணி நறுக்குப்பட்டுச் சிதையும் பளு (Ps) $= 2 \frac{\pi}{4} d^2 Ps$

$= 2 \frac{\pi}{4} (23.5)^2 \times 300$

$= 260000$ N

$= 260$ KN

அறையாணி அமுக்கப்பட்டு (P_b)

(தாங்கப்பட்டு) சிதையும் பளு $= 2 \times d \times t \times P_b$

$= 2 \times 23.5 \times 14 \times 600$

$= 395000$ N

$= 395$ KN

இணைப்புத் தகடுகள் கிழிவதால் 148.2 KN பளுவில் சிதையும்

துளையிடாத முழுத் தகட்டின் பளு இழுப்புத் திறன்

$P = p . t . p_t$

$= 50 \times 14 \times 400$

$= 280000$ N $= 280$KN

இணைப்பின் வினைதிறன் $= \frac{148.2}{180} \times 100$

$= 53\ \%$

எடுத்துக்காட்டு 4.2

சட்டம் 60 × 40 × 6 அதன் நீளமான காலால் 6 mm பருமன் கொண்ட மூலைத் தகட்டோடு 12 mm அறையாணி களால் இணைக்கப்படவுள்ளது. தேவையான அறையாணி

களின் எண்ணிக்கையைக் காண்க. அறையாணி பட்டறையால் எந்திர விசை கொண்டு அறையப்படுகிறது. சட்டத்தின் மேலுள்ள அச்சு வழி இழுப்பு விசை 40 KN.

அட்டவணையிலிருந்து, பட்டறை எந்திர விசை அறையாணி இணைப்பிற்கான காப்புத் தகைவுகள் கீழ்வருமாறு:

நறுக்குத் தகைவு $p_s = 100.0\ N/mm^2$

தாங்கு தகைவு $p_b = 300.0\ N/mm^2$

சட்டம் ஒரு காலால் மூலைத் தகட்டோடு பொருத்தப் படுகிறது. ஆணியின் ஒரு பரப்பு நறுக்கிற்கு உட்படுகிறது.

$$\text{அறையாணியின் நறுக்குத் திறன்} \quad \frac{\frac{\pi \times (13.5)^2}{4} \times 100.0}{1000}$$

$$= 14.3\ KN$$

$$\text{அறையாணியின் தாங்குதிறன்} = 300 \times 6 \times \frac{13.5}{1000}$$

$$= 24.3\ KN$$

அறையாணியின் நறுக்குத்திறனான 14.7 KN அதன் உரிய வலிமையாகிறது.

$$\text{அறையாணிகளின் எண்ணிக்கை} = \frac{40}{14.3} = 3$$

குறைந்த ஆணியிடைத் தூரம் 2.5d = 2.5 × 13.5 = 38 mm

40 mm இடைத்தூரத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம்

33 mm விளிம்புத் தூரமாகிறது.

4,3 மரையாணி இணைப்பு

மரையாணிகள் கட்டுமானங்களில் இன்று பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. அறையாணிகளுக்கான கணக்கீட்டின் பெரும்பாலான விதிகள் மரையாணிகளுக்கும் பொருந்தும். ஆயினும் கீழ்க்காணும் வேறுபாடுகளைச் சுட்டிக் காட்டலாம்.

(1) மரைகள் இடப்படுவதால் தண்டின் பரப்பு குறைகிறது. மரையாணியின் இழுதிறன் மரையிட்ட பகுதியின் பரப்பைப் பொறுத்தது.

(2) மரையாணிகள் அறையாணிகளைப் போல் அவற்றிற்கான துளைகளை நிரப்புவதில்லை. எனவே, பயன்படு விட்டமாகத் தண்டின் விட்டமே எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

(3) மரையாணித்துளைகள் தண்டைவிட 2 mm கூடுதல் ஆனவை.

மரையாணிகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(அ) கரிய மரையாணிகள் (Black bolts)

(ஆ) நெருங்கிய துளைகளைக் கொண்ட மரையாணிகள் (Close tolerance bolts)

(இ) இறுகக்கவ்வி உராய்வினால் பளு தாங்கும் அதிக வலிமை கொண்ட மரையாணிகள் (High strength friction grip bolts)

(அ), (ஆ) எனக் குறிப்பிடப்படும் மரையாணிகளின் கணக்கீடுகளை இங்குக் காண்போம். (இ) பிரிவில் குறிப்பிட்ட மரையாணிகளின் கணக்கீடுகளை உரிய நூல்களில் காணலாம்.

கரிய மரையாணிகள், நெருங்கிய துளைகளைக் கொண்ட மரையாணிகள். இவற்றிற்கான காப்புத் தகைவுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

கரிய மரையாணிகள்

இழு தகைவு	120 N/mm^2
நறுக்குத் தகைவு	80 N/mm^2
தாங்கு தகைவு	250 N/mm^2

நெருங்கிய துளைகொண்ட மரையாணிகள்

இழு தகைவு	120 N/mm^2
நறுக்குத் தகைவு	100 N/mm^2
தாங்கு தகைவு	300 N/mm^2

சாதாரணமாகப் பயன்படும் மரையாணிகளின் இயல்புகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (அட்டவணை 4.2)

அட்டவணை 4.3

மரையாணி குறியீடு	தண்டின் பரப்பு mm^2	மரைப்பகுதியின் பரப்பு mm^2
M12	113	84.3
M16	201	157
M20	314	245
M22	380	303
M24	453	353
M27	573	459
M30	706	561

எடுத்துக்காட்டு 4.3.

இரண்டு மூடிப் பலகைகள் கொண்ட முட்டிணைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மூடிப்பலகைகள் மரையாணிகள் இவற்றின் வலுவை நிருணயித்து இணைப்பின் வலுவையும் நிருணயிக்க 20 mm கரிய மரையாணிகள், 22 mm துளைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

இழு தகைவு	$p_t = 150$ N/mm^2
நறுக்குத் தகைவு	$p_s = 80$ N/mm^2
தாங்கு தகைவு	$p_b = 250$ N/mm^2

மரையாணியின் வலிமை

இரட்டை நறுக்கு வலிமை ps $= \frac{\pi \times 20^2}{4} \times \frac{86.5 \times 2}{10^3}$

$= 54.3$ KN

தாங்கும் வலிமை $p_b = \frac{20 \times 16 \times 204.5}{10^3} = 80$ KN

மரையாணியின் உரிய வலு $= 50.2$ KN

நான்கு மரையாணிகளின் வலிமை $= 4 \times 50.2 = 20$ KN

மூடிப்பலகைகளின் வலிமை

$= 2 \times (150 - 2 \times 22) \times 8 \times 150/10^3$

$= 254$ KN

எனவே, இணைப்பின் வலிமை $= 201$ KN

4.4 வளைப்புக்கு ஆளாகும் இணைப்புகள்

சட்டகங்களிலும் வளைந்து பளு தாங்கும் விட்டங்களிலும் இணைப்புகள் நறுக்கு விசையுடன் கூட வளைப்பு விசைக்கும் உட்படுகின்றன. படத்தில் (எண். 4. 12). கண்ட துருத்துத் தகடு கொண்ட இணைப்புகளிலும் உத்திரங்களின் குருத்துப் பலகையை நீட்டுவதற்கான இணைப்புகளிலும் வளைப்பு விசை நறுக்கு விசையுடன் சேர்ந்து அமைகிறது. இந்த வேளைகளில் அறையாணிகள் அல்லது மரையாணிகள் இவற்றின் ஒரு தொகுதி வளைப்பையும் நறுக்கையும் தாங்கும் வண்ணம் அமைக்கப்படுகின்றன. இந்த ஆணித் தொகுதி வளைப்பை எதிர் கொள்வதை இரண்டு வகைச் சந்தர்ப்பங்களில் காணலாம்.

(1) வளைப்பு இணைப்பின் தளத்தில் நிகழ்கிறது. சுழற்சியின் மையம் ஆணித் தொகுதியின் மையப் புள்ளி ஆகிறது. ஆணிகள் நேர் நறுக்குவிசை, சுழல் திருப்பு விசையால் ஏற்படும் நறுக்குவிசை இவற்றின் கூட்டு விசைக்கு ஆளாகின்றன.

(2) வளைப்பு இணைப்பின் தளத்திற்குக் குத்தாக நிகழ் கிறது. ஆணித் தொகுதியின் கடை ஆணியை அச்சாகக் கொண்டு வளைப்பு நிகழ்கிறது. ஆணிகள் நேர் நறுக்கு விசைக்கும் வளைப்புத் திருப்பு விசை யால் விளையும் இழு விசைக்கும் உட்படுகின்றன.

4.4.1 இணைப்பினது தளத்தின் வளைப்பு

படத்தில் (எண் 4.12) கண்ட இணைப்பைக் கருதுவோம்.

சுழற்சி மையத்திலிருந்து ஓர் ஆணிக்கு உள்ள தூரம்

$$\gamma_1 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

இந்த ஆணியின் மேலுள்ள பளு R_1 எனில்

γ தொலைவிலுள்ள மற்றொரு ஆணியின் மேலுள்ள பளு

$$R = \frac{R_1}{\gamma_1} \times \gamma$$

ஆணி எதிர் கொள்ளும் சுழல் திருப்பு விசை

$$R \times \gamma = \frac{R_1}{\gamma_1} \times \gamma^2$$

ஆணித் தொகுதி எதிர் கொள்ளும் சுழல் திருப்பு விசை

$$= \Sigma \frac{R_1}{\gamma_1} \times \gamma^2$$

நிகழும் சுழல் திருப்பு விசையான 'Pe' என்ற அளவை ஆணித் தொகுதி எதிர் கொள்கிறது.

எனவே, $$R_1 = \frac{Pe}{\Sigma \gamma^2} \gamma_1$$

மையத்திலிருந்து அதிகத் தொலை γm அமைந்த அதிகப் பளு தாங்கும் ஆணி சுமக்கும் பளு

$$Rm = \frac{Pe}{\Sigma\gamma^2} \gamma_m$$

ஆணி தாங்கும் பாரத்தின் குத்துப் பிரிப்பு $R'_y = R_m \cos\theta$

$$= \frac{Pe}{\Sigma\gamma^2} \gamma_m \cos\theta$$

$$= \frac{Pe}{\Sigma\gamma^2} Xm$$

பாரத்தின் கிடை பிரிப்புப் பங்கு $R'_x = \frac{Pe}{\Sigma\gamma^2} Ym$

$$\Sigma\gamma^2 = \Sigma (x^2 + y^2)$$

மொத்தப் பளு P ஐத் தாங்கும் ஆணிகளின் எண்ணிக்கை $= n$

ஓர் ஆணி தாங்கும் நறுக்கு விசை $R''_y = P/n$

மொத்தக் குத்து விசை $(R'_y + R''_y)$

ஆணி மேலுள்ள ஒட்டுமொத்த விசை

$$Re = \sqrt{(R'_y + R''_y)^2 + R'^2_x}$$

இந்த விசையைத் தாங்க வலுவுள்ள அறையாணி அல்லது மறையாணியை நாட வேண்டும்.

4.4.2 வளை, நறுக்கு இவற்றை எதிர்நோக்கும் இணைப்புகளின் கணக்கீடு

4.3 படத்தில் கண்ட ஆணித் தொகுதியின் கணக்கீடு விவரங்களைக் காண்போம். தொகுதியின் கடைசி ஆணியை மையமாகக் கொண்டு தகடு சுழல முயல்கிறது. ஆணிகளின் மேலுள்ள இழுவிசை இந்தச் சுழற்சியை எதிர்த்துத் தகட்டை நிலையில் வைத்துக் கொள்கின்றது.

மொத்த எதிர் வளை திருப்பு விசையை 'O' வை மையமாகக் கொண்டு கணக்கிட்டால்

$$RM = \Sigma \frac{R_1}{y_1} \times y \times y = \frac{R_1}{y_1} \Sigma y^2$$ என ஆகிறது.

செயல்படும் வளை திருப்புவிசை = Pe

y_1 தொலைவிலுள்ள ஆணியின் மேலுள்ள இழுவிசை

$$R_t = \frac{Pe}{\Sigma y^2} y_1$$

இழுவிசையிலிருந்து இழு தகைவு f_t கணக்கிடப்படுகிறது. n எண்கள் கொண்ட தொகுதி தாங்கும் நறுக்கு விசை p எனில், ஓர் ஆணி தாங்கும் நறுக்கு விசை $Rq = p/n$ எனவும், நறுக்குத் தகைவு f_q எனவும் கணக்கிடலாம். ஆணிக்காக அனுமதிக்கப்படும் இழுதகைவு, நறுக்குத் தகைவு முறையே p_t, p_q எனில்

$$\frac{f_s}{p_q} + \frac{f_t}{p_t} < 1$$

என்ற சமன்பாடு கொண்டு இணைப்பின் பத்திரத்தைச் சோதிக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 4.4.

பொதி சுமக்கும் உத்திரம் அமரும் ஒரு தூணுக்கான இணைப்பை (படம் 4.16) காட்டுகிறது. தொகுதியின் அறையாணி சுமக்கும் அதிகப்படி பளுவை நிருணயிக்க.
இரு தகடுகள் பளுவைப் பகிர்ந்து கொள்கின்றன.

ஒரு தகடும் அதன் ஆணித் தொகுதியும்
பெரும் பளு P = 50 KN

மையப் பெயர்வு e = 300 mm

வளை திருப்பு விசை M : Pe = 50 × 300
= 15000 KN mm

ஆணியிடைத்தூரம் 75 mm கொண்ட 8 அறையாணிகள் படத்தில் கண்டவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

$$\Sigma \gamma^2 = \Sigma x^2 + y^2$$
$$= 4 \left[(112.5)^2 + (37.5)^2 \right] + 8 \times 75^2$$
$$\doteq 10.12 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

ஆணி தாங்கும் பாரத்தின் குத்துப்பிரிப்பு $R'_y = \frac{Pe}{\Sigma \gamma^2} X_m$

$$= \frac{15000 \times 75}{10.12 \times 10^4}$$
$$= 11.1 \text{ KN}$$

ஆணி தாங்கும் கிடை விசை $R'_x = \frac{Pe}{\Sigma \gamma^2} Y_m$

$$= \frac{15000 \times 112.5}{10.12 \times 10^4}$$
$$= 16.67 \text{ KN}$$

நறுக்கு விசை $R'_y = \frac{50}{8} = 6.25$ KN

ஒட்டுமொத்த சமன் விசை Re $= \sqrt{(R'_y + R''_y)^2 + (R'_x)^2}$

$$= \sqrt{(11.1 + 6.25)^2 + (16.67)^2}$$
$$= 24.0 \text{ KN}$$

ஆணி தாங்கும் அதிகப் பளு = 24.0 KN

எடுத்துக்காட்டு 4.5

படத்தில் (எண் 4.15) கண்ட துருத்துக்தகடு இணைப்பினுக்கு 24 mm விட்டமுள்ள பட்டறை அறையாணிகள் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இணைப்பின் பாதுகாப்பைச் சோதிக்கவும்

பளு P = 100 KN

மையப் பெயர்வு e = 200 mm

வளை திருப்பு விசை Pe = 100 × 200 = 20000 KN/mm

அறையாணிகளின் எண்ணிக்கை = 8

அறையாணியின் பரப்பு $= \frac{\pi \times 25^2}{4} = 490\ mm^2$

நறுக்குத் தகைவு $f_q = \frac{100 \times 10^3}{8 \times 490} = 25.51\ N/mm^2$

இழு தகைவு $f_t = \frac{Pe}{\Sigma y^2}\ y\ \frac{1}{A}$

$$= \frac{20000 \times 10^3}{2(75^2 + 150^2 + 225^2)} \times \frac{225}{353}$$

$$= 80.93\ N/mm^2$$

வளைப்பின் அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு $p_t = 120\ N/mm^2$
நறுக்கின் அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு $p_q = 80\ N/mm^2$

சமன்பாடு $\frac{ft}{pt} + \frac{fq}{pq} \leqslant 1$

$$\frac{80.93}{120} + \frac{25.5}{80} \nless 1$$

எனவே இணைப்பு பாதுகாப்பானதல்ல.

எடுத்துக்காட்டு 4.6

படத்தில் (எண். 4.18) கண்ட வண்ணம் அமைக்கப்பட்ட ஒரு மையம் பெயர்ந்து பளுச்சாடும் இணைப்பினைச் சோதிக்க. இணைப்புகளில் M 24 விட்டமுள்ள கரிய மரையாணிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

வளை திருப்பு விசை $M = 150 \times 400 = 60000$ KN mm

$$\Sigma (x^2 + y^2) = 12 \times 200^2 + 4\ (35^2 + 105^2 + 175^2)$$
$$= 65.1 \times 10^4\ mm^4$$

$$R'x = \frac{Pe}{\Sigma y^2}\ y_m$$

$$= \frac{60,000 \times 175}{65.1 \times 4} = 16.12 \text{ KN}$$

$$R'y = \frac{Pe}{\Sigma y^2} X_m$$

$$= \frac{6000 \times 200}{65.1 \times 10^4} = 18.4 \text{ KN}$$

$$R''y = \frac{150}{12} = 12.5 \text{ KN}$$

ஒட்டு மொத்தப் பளு $Re = \sqrt{(R'_y + R''_y)^2 + R_x^2}$

$$= \sqrt{(18.4 + 12.5)^2 + (16.12)^2}$$

$$= 30.9 \text{ KN}$$

24 mm விட்டமுள்ள மரையாணியின் ஒற்றை நறுக்கு வலு

$$\frac{\pi \times 24^2}{4} \times \frac{80}{10^{..}} = 36.2 \text{ KN}$$

மரையாணியின் 16mm தகட்டின் மேலுள்ள தாங்கு வலு

$$= \frac{24 \times 16 \times 250}{10^3} = 96 \text{ KN}$$

மரையாணியின் உரிய வலு 36.2 KN > 30.9 KN

24 mm மரையாணி இணைப்பினுக்குப் பொருத்தமானது.

எடுத்துக்காட்டு 4.7

படத்தில் (எண் 4.19) கண்ட இணைப்பினுக்கான மரையாணியைத் தேர்ந்தெடுக்க.

ஒரு பக்கத்துக்கான பளு P = 50 KN

மரையாணிகள் n = 4

நறுக்கு விசை $R_q = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ KN}$

$$\text{இழுவிசை } R_t = \frac{100 \times 200 \times 225}{(75^2 + 150^2 + 225^2)} = 28.50 \text{ KN}$$

27 mm மரையாணியைப் பயன்படுத்துவோம்

தண்டின் பரப்பு $A = 573 \text{ mm}^2$

மரைப் பகுதி பரப்பு $A' = 459 \text{ mm}^2$

$$\text{இழுப்புத் தகைவு } f_t = \frac{R_t}{A} = \frac{28.5 \times 10^3}{573}$$

$$= 49.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{நறுக்குத் தகைவு } f_q = \frac{R_q}{A_1} = \frac{12.5 \times 10^3}{459}$$

$$= 27 \text{ N/mm}^2$$

இழுப்பு, நறுக்கு இவற்றின் அனுமதிக்கப்படும் தகைவுகள் முறையே

$P_t = 120 \text{ N/mm}^2 \qquad P_q = 80 \text{ N/mm}^2$

$$\text{சமன்பாடு பற்றி } \frac{f_t}{p_t} + \frac{f_q}{p_q} < 1$$

$$\frac{49.2}{120} + \frac{27}{80} = 0.75 < 1$$

M 27 மரையாணி பொருத்தமானது.

எடுத்துக்காட்டு 4.8

தள உத்திரம் ஒன்றினுக்கான இணைப்பைப் படம் 4.20 காட்டுகிறது. இணைப்பு எந்தப் பளுவுக்குப் பத்திரமானது எனக் காண்க.

மரையாணித் தொகுதி (அ) இரட்டை நறுக்குக்கு மட்டும் உட்படுகிறது.

20 mm மரையாணியின் ஒற்றை நறுக்கு வலு

$$= \frac{\pi \times 20^2}{4} \times \frac{80}{10^3} \times 2$$

$$= 50.2 \text{ KN}$$

தாங்கு வலு (8 mm தகடு)

$$= \frac{8 \times 20 \times 250}{10^3} = 40.0 \text{ KN}$$

மரை ஆணியின் உரிய வலு = 25.1 KN

தொகுதி (ஆ) எதிர் வினை 'F' எனக் கொள்வோம்.

20 mm மரையாணிகள் 3 தாங்கும் நறுக்குப் பளு F

ஒரு மரையாணி தாங்கும் நறுப்புப்பளு $= \frac{F}{3} = 0.33 \text{ F}$

மரையாணி தாங்கும் வளைப்பு கிடைப்பளு

$$R'_x = \frac{M}{\Sigma y^2} = \frac{F \times 55 \times 125}{2\,(125)^2} = 0.221 \text{ F}$$

சேர்ப்பு மொத்தப்பளு $Re = \sqrt{(0.33F)^2 + (0.22F)^2}$

$$= 0.4 \text{ F}$$

மரையாணியின் தாங்கு வலு = 40 KN

மரையாணியின் உரிய வலு = 32.72 KN = 0.4 F

$$F = 100 \text{ KN}$$

(ஆ) தொகுதி மரையாணியின் வலுவை நிருணயிக்கின்றது.

இணைப்பின் வலு = 100 KN

4.5. பற்ற வைப்பு இணைப்பு

இரும்புத் தகடுகள், சட்டங்கள் இவற்றின் இணைப்புக்கு இன்று பெரிதும் பயன்படும் உத்தி பற்றவைப்பே ஆகும். பொருளும் வேலைப்பாட்டுத் துன்பமும் இவ்வகை இணைப்பில் பெரிதும் குறைகின்றன. சட்டங்களைத் துளையிட்டு அவற்றின் வலுவைக் குறைக்கவேண்டிய தேவை இல்லை. மூலைத்

தகடுகள், சேர்ப்புச் சட்டங்கள் இவற்றைப் பெரும்பாலும் நீக்கிவிடலாம், எனவே எடைக்குறைவு, சட்டங்கள் தொடராகச் செயல்படுமாறு முழுப்பிணைப்பாக இந்த வகைப் பற்ற வைப்பு இணைப்புகளைக் கருதலாம்.

ஒரு கட்டுமானத்தின் செயல்பாட்டுத்திறன் அதில் உள்ள இணைப்புகளைப் பொறுத்தது. பற்றவைப்பில் பெரிதும் கவனம் செலுத்தி, பற்றவைப்பின் நீளம், இயல்பு இவற்றைப் பொருத்தமான முறையில் தேர்ந்தெடுப்பதன் மூலம் சீரிய இணைப்புகளைப் பெறலாம். சரியான பற்ற வைப்புக்குச் சரியான மின் முனைத் தேர்வு, பற்ற வைப்புக்கான சீரிய நெறி முறைகளைக் கையாளுதல், பயிற்சி பெற்ற பற்ற வைப் பாளர்களை அமர்த்துதல் ஆகியன இவற்றிற்குரிய அடிப்படை களாகும்.

4.5.1 பற்றவைப்பு வகைகள்

இரண்டு வகையான பற்ற வைப்புகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. முட்டிணைப்புப் பற்றவைப்புகள், வட்டில் பற்ற வைப்புகள்.

முட்டிணைப்புப் பற்றவைட்புகள்

சில வகையான முட்டிணைப்புப் பற்ற வைப்பு முறைகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. (படம் 4.21)

சேர்க்கும் தகடுகளின் முழு வலிமையையும் பெறப் பற்ற வைப்பு உலோகம் இரு தகடுகளினுள்ளும் முழுமையாக ஊடுருவ வேண்டும்.

வட்டில் பற்றவைப்புகள்

வட்டில் பற்றவைப்புகள் இருபுறமும் சமமான பாதம் கொண்டு(toe)(படம்.4.2.)சீராக அமைக்கப்பட வேண்டும்.பற்ற வைப்பின் முகப்பு தட்டையாகவோ, குவிந்தோ இருக்கலாம். சரியான வலிமை பெற வட்டில் பற்ற வைப்புகள் விளிம்பு களில் மடித்து விடப்பட வேண்டும். இந்த வகைப் பற்றவைப்பு கள் தொடராக அமைய வேண்டியதில்லை. விட்டுவிட்டுப்

பற்றவைப்புகளை வைக்கலாம். சில வகையான வட்டில் பற்ற வைப்புகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. (படம். 4.22)

பற்றவைப்பின் வலிமை அதில் குறைந்த பரப்பின் வலிமையின் நறுக்குதல் வலிமையாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. இந்தக் குறைந்த பரப்பு பற்றவைப்பு குறைவாக உள்ள குறுகல் பகுதியில் உள்ளது.

வட்டில் பற்றவைப்பின் அனுமதிக்கப்படும் தகைவு 102.5 N/mm எனக் கூறப்படுகிறது.

பற்றவைப்பு வலிமை கீழ்க்காணும் சமன்பாடு கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{வலிமை} = 102.5 \times 0.7 \times \omega = 71.8\ \omega$$

$$\omega = \text{பாதத்தின் அளவு (mm)}$$

பல பாத அளவுகளுக்கான வலிமை அட்டவணை 4.3-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

4.5 2 பற்ற வைப்பு விதிகள்

பற்றவைப்புகளுக்கான சில விதிகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

1. வட்டில் பற்றவைப்புகள் தகட்டின் கடைசியில் படத் தில் கண்டவண்ணம் (படம் 4.22) மடித்துப் பற்ற வைக்கப்பட வேண்டும்.
2. தகடுகளை இணைக்கத் தேவையான குறைந்த பாத அளவு கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் கண்டவண்ணம் அமைய வேண்டும்.

அட்டவணை 4.4

தகட்டின் பருமன்	பற்றவைப்பின் பாதம்
10 வரை	3
20 வரை	5
32 எரை	6
50 வரை	10

6 mm பருமனுக்குத் குறைந்த தகடுகளுக்கு அதிகப்பட்ட பற்றவைப்புப் பாதம், தகட்டின் பருமன் ஆகும். 6 mm. இற்கு அதிக அளவு பருமன் கொண்ட தகடுகளுக்கு, அதிகப்பட்ட பற்ற வைப்புப் பருமன் தகட்டின பருமனின் அளவைவிட 1.5 mm குறைவாக இருக்க வேண்டும். சாதாரணமாக 3 mm முதல் 6 mm வரை பாத அளவுள்ள பற்றவைப்புகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. சிறிய அளவு பெற்ற பற்றவைப்புகளைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்துவது அதிக அளவு பற்ற வைப்புகளை இடைவிட்டுப் பயன்படுத்துவதைவிடச் சிறந்தது.

செயல்படு தூரம்

பற்ற வைப்பின் பயன்படு நீளம், பற்றவைத்த நீளத்திலிருந்து இரண்டு மடங்கு பற்றவைப்புப் பாதம் அளவைக் கழித்துக் காணப்படுகிறது. பற்றவைப்பின் குறைந்த அளவு நீளம் பற்றவைப்புப் பாததத்தின் நான்கு மடங்காகும்.

இடைவிட்ட பற்ற வைப்புகள்

பற்ற வைப்பு இடைவிட்டு வைக்கப்பட்டால் இரண்டு பற்ற வைப்புகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் (அதிகபட்சம்) இழுப்பு, அமுக்கம் ஆகியவற்றிற்கு முறையே 16 மடங்கு தகட்டின் பருமன், 12 மடங்குத் தகட்டின் பருமன் என நிருணயிக்கப்பட்டுள்ளன.

முட்டுப்பற்ற வைப்புகள்

இரண்டு தகடுகள் பற்ற வைக்கப்பட்டால் மெல்லிய தகட்டின் அளவு முட்டுப் பற்றவைப்பின் அளவாகக் கருதப்படுகிறது. முட்டுப் பற்றவைப்பின் முழு ஊடுறுதலுக்கு அதிகப்படியான பற்றவைப்பு உலோகம் வலுவூட்டுதலுக்காகப் பயன் படுத்தப்பட வேண்டும். இவ்வாறு முகப்பு வலுவூட்டுப் பற்ற வைப்புப் பெறாத இணைப்புகளின் பருமன், பருமன் குறைந்த தகட்டின் 5/8 பங்காகக் கருதப்படுகிறது.

சட்டங்களில் வழக்கமாகப் பயன்பெறும் காப்புத் தகைவுகளே முட்டுப் பற்றவைப்புகளுக்கும் அனுமதிக்கப்படுகின்றன. தளங்களில் வைக்கப்படும் இவ்வகைப் பற்றவைப்புகளுக்கு

இந்தத் தகைவுகளில் 20 விழுக்காடு குறைத்துக் கணக்கிட வேண்டும்.

கூட்டுத் தகைவு

வளை தகைவு f_{bt}, நறுக்குத் தகைவு f_q இவற்றிற்கான கூட்டுத் தகைவு f_e கீழ்க்காணும் சமன்பாடு கொண்டு மதிப்பிடப்படுகிறது.

$$f_e = \sqrt{f_{bt}^2 + 3\, f_q^2}$$

வளைப்பையும் நறுக்கையும் ஏற்கும் வட்டில் பற்ற வைப்புகளும் முட்டிணைப்பற்ற வைப்புகளும் இந்தத் தகைவை ஏற்குமாறு வடிவமைக்கப்பட வேண்டும்.

4.5.3 பற்ற வைப்புத் தொகுதிகள்

அறையாணி, மரையாணி இவற்றின் தொகுதிகளைப் போன்றே பற்ற வைப்புத் தொகுப்புகளும் வளை திருப்புமையையும் நறுக்கையும் பல வேளைகளில் எதிர் கொள்கின்றன. இரண்டு வகைத் தொகுதிகள் முக்கியமானவை

(1) விசைகள் உள்ள தளத்தில் உள்ள பற்ற வைப்புகள்

(2) பற்றவைப்பு உள்ள தளத்திற்குக் குத்தான பலகையின் மேலுள்ள விசைகள்

(1) விசைகள் உள்ள தளத்தில் உள்ள பற்ற வைப்புகள்

படத்தில் (படம் 4.23) கண்ட பற்றவைப்பை ஆராய்வோம். பற்றவைப்புத் தொகுதி P என்ற நேர் விசைக்கும் $P \times e$ என்ற வளை திருப்பு விசைக்கும் உட்படுகிறது. மாறாக விசையின் கிடைப்பங்கு R_x குத்துப்பங்கு R_y என்ற விசைகளுக்கும் அவற்றின் திருப்புமை விசைகளும் பற்றவைப்புத் தொகுதிக்கு உட்படுவதாகக் கருதலாம்.

பற்ற வைப்பின் நீளம் $= l$

xm, ym என்ற இடத்தின் 1 mm நீளமுள்ள பற்றவைப்பைக் கருதுவோம்.

ஒரு mm நீளமுள்ள பற்றவைப்புத் தாங்கும் கிடை நறுக்கு

$$= R''_x = P_x/l$$

ஒரு mm நீளமுள்ள பற்ற வைப்புத் தாங்கும் நேர் நறுக்கு

$$= R''_y = P_y/l$$

பற்றவைப்புத் தொகுதியின் சுழற்சி
சடத்துவத் திருப்பு விசை $I_p = I_x + I_y$

சுழல் திருப்பு விசையால் கிடைவாக்கில் ஒரு mm பற்ற வைப்புத் தாங்கும் விசை $R'_x = \frac{P_e}{I_p} y_m$

சுழல் திருப்பு விசையால் குத்து வாக்கில் ஒரு mm பற்ற வைப்புத் தாங்கும் விசை $R'_y = \frac{P_e}{I_p} x_m$

இங்கு Xm, Ym பற்ற வைப்பு நிலையின் தூரங்கள்
மொத்தக் கிடை விசை $R_x = R'_x + R''_x$
மொத்தக் குத்து விசை $R_y = R'_y + R''_y$

$$R = \sqrt{R_y^2 + R_x^2}$$

பற்றவைப்பின் ஒரு மி.மீ. (mm) இந்தப் பளுவை ஏற்குமாறு வடிவமைக்கப்பட வேண்டும்.

பற்ற வைப்பின் தளத்திற்குக் குத்தான தளத்தின் விசைகள்

படத்தில் (எண் 4.24) கண்ட ஒரு துருத்து விட்டத்தைத் தூணுடன் இணைக்கும் பற்றவைப்பைக் கருதுவோம்.

வளை திருப்பு விசை M $= Pe$

பற்றவைப்பு நீளத்தின் அளவு $= l$

ஒரு மி.மீ. குறுக்களவும், நீளமும் கொண்ட பற்றவைப்பு விள்ளல் ym தொலைவில் இருப்பதாகக் கருதுவோம்.

பற்றவைப்பு சுமக்கும் நறுக்கு விசை $= R''_y = P/l$

பற்றவைப்பு சுமக்கும் நறுக்கு விசை $= R'_y = \frac{M}{I_x} ym$

I_x பற்றவைப்பு வடிவத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசை

பற்றவைப்பு விள்ளல் மேலுள்ள ஒட்டு மொத்தப் பாரம் $f_e = \sqrt{f_{bt}^2 + 3_q^2}$ என்ற அடிப்படையில் கணக்கிடப்பட வேண்டும் என,

$$Re = \sqrt{R'_x{}^2 + 3\, R''_y{}^2}$$

இந்த விசை ஒரு மி. மீ. நீளமுள்ள பற்றவைப்பின் மேல் அமைகிறது. இந்த விசையை ஏற்கும் வலுவுள்ள பற்ற வைப்புத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். கீழ்க்காணும் அட்டவணை 4.3 இந்தத் தேர்ந்தெடுப்புக்குப் பெரிதும் உதவு கிறது.

அட்டவணை எண். 4.3

பாதத்தின் பருமன் (mm)	குவி பற்ற வைப்பின் வலிமை (N)
3	215
4	287
5	359
6	450
7	502
8	574
10	718
12	900

எடுத்துக்காட்டு 4.8

40 KN இழுவிசை பெற்ற சட்டத்தை இணைக்கப் பொருத்தமான வட்டில் பற்ற வைப்பைக் காண்க (படம் 4.25). வட்டில் பற்ற வைப்பின் பாத அளவு = 6 mm

குறுகல் அளவு (Throat) $= 6 \times 0.7 = 4.2$ mm

அனுமதிக்கப்படும் தகைவு $= 102.5$ N/mm²

பற்றவைப்பின் வலு $= 4.2 \times 102.5 = 430$ N/mm²

தேவையான பற்ற வைப்பின் நீளம் $= \frac{40 \times 1000}{430} = 93$mm

சட்டத்தின் இரு மருங்கிலும் 50 mm நீளம் பற்ற வைக்கவும். சட்டத்தின் இறுதியில் $2 \times 6 = 12$ mm நீளம் மடித்துப் பற்ற வைக்கவும்.

எடுத்துக்காட்டு 4.9

ஒரு $80 \times 80 \times 6$ 'ட' சட்டம் 60 KN இழு விசையை ஏற்கிறது. 6 mm அளவுள்ள வட்டில் பற்றவைப்பு கொண்டு இந்தச் சட்டம் ஒரு துருத்துத் தகட்டுடன் சேர்ககப்படுகிறது. பற்ற வைப்பின் வடிவத்தைக் கணக்கிடுக (படம் 4.26).

6 mm வட்டில் பற்ற வைப்பின் வலு = 430 N/mm²

60 KN பளுவை ஏற்கத் தேவையான நீளம்

$$= \frac{60 \times 10^3}{430} = 140 \text{ mm}$$

இந்த மொத்த நீளம், சட்டம் மையப் பெயர்வு பெறாமல் இருக்கும் வண்ணம் பிரிக்கப்பட வேண்டும்.

என்வே,

$$l_1 = \frac{140}{80} \times 55 = 96.3 \text{ m}$$

$$l_2 = \frac{140}{80} \times 25 = 44.0 \text{ mm}$$

(அ) பக்கத்தில் $96 + 2 \times 6 = 108$ mm

நீளத்தையும் (ஆ) பக்கத்தில் $44 + 2 \times 6 = 56$ mm

நீளத்தையும் பயன்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 4.10

படத்தில் (எண் 4.27) காட்டப்பட்ட தகடு மூன்று பக்கங்களில் பற்ற வைக்கப்பட்டுள்ளது. பற்ற வைப்பின் மேலுள்ள அதிக விசையைக் கண்டு தகுதியான வட்டில் பற்ற வைப்பின் அளவைக் கணக்கிடுக. பற்ற வைப்புச் சீரான பாதத்தைக் கொண்டது.

பற்றவைப்பின் மையம் $x = \frac{2 \times 200 \times 100}{700} = 57$ mm

மையப் பெயர்வு $e = 143 + 150 = 293$ mm

சடத்துவத் திருப்பு விசை $I_{xx} = 2 \times 200 \times 150^2 + \frac{300^3}{12}$

$= 11.25 \times 10^6$

சடத்துவத் திருப்பு விசை $I_{yy} = 300 \times 57^2 + \frac{2 \times 200^3}{12}$

$= 2 \times 200 \times 43^2$

$= 3.02 \times 10^6$

சுழற்சி சடத்துவத் திருப்பு விசை $I_{xx} + I_{yy}$

$= (11.25 + 3.02) \times 10^6$

$= 14.27 \times 10^6$

வளை திருப்பு விசையால் நிகழும் குத்து விசை $R'_y = \frac{Pe}{I_p} x$

$= \frac{100 \times 293 \times 143}{14.27 \times 10^6} = 0.308$ KN/mm

வளைப்புத் திருப்பு விசையால் நிகழும் கிடை விசை

$R'_x = \frac{100 \times 293 \times 150}{14.27 \times 10^6} = 0.314$ KN/mm

நறுக்கு விசை $R''_y = \frac{100}{700} = 0.143$ N/mm

ஒட்டு மொத்த விசை $= \sqrt{(0.308 + 143)^2 + 0.314^2}$

$= 0.546$ KN/mm

8mm வட்டில் பற்றவைப்பின் வலு 576 N/mm எனவே அது பொருத்தமானது.

எடுத்துக்காட்டு 4.11

வட்டில் பற்றவைப்புக் கொண்ட ஓர் இணைப்பு படத்தில் (எண் 4.28) காட்டப்பட்டுள்ளது. 5 mm அளவுள்ள பற்ற வைப்புக்குப் பளு P-இன் அளவைக் கணக்கிடுக.

$$\text{பற்ற வைப்பின் மையம்} = \frac{2 \times 150 \times 75}{3 \times 150} = 50$$

செயல்படு பருமன் 1 mm உள்ள பற்றவைப்பின்

$$I_{xx} = \frac{150^3}{12} + 2 \times 150 \times 75^2 = 1.96 \times 10^6$$

$$I_{yy} = 2(\frac{150^3}{12} + 150 \times 25^2) + 150 \times 50^2$$

$$= 1.125 \times 10^6$$

$$I_p = 3.085 \times 10^6$$

பளுக்கள்: குத்துப்பளு $P_y = P \times \text{Sin } 45^\circ = 0.707P$

கிடைப்பளு $P_x = P \text{ Cos } 45^\circ = 0.707P$

வளைப்பு திருப்பு விசை $M = 0.707P\ (200-75) = 88.3P$

வளைப்பின் குத்துப்பளு =

$$R'_y = \frac{M}{I_p} = \frac{88.3P \times 100}{3.085 \times 10^6}$$

$$= 2.14 \times 10^3 \text{ P}$$

கிடை, நேர் நறுக்குப் பளு $R''_x = R''_y = \frac{0.707 \, P}{l}$

$$= \frac{0.707 \, P}{450} = 1.5 \times 10^3 \, P$$

ஒட்டு மொத்தப் பளு Re

$$= \left[(R'_x + R''_x)^2 + (R'_y + R''_y)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\sqrt{(2.14 + 1.5)^2 + (2.85 + 1.5)^2} \right] \times 10^3 P$$

$$= 5.67 \times 10^3 \, P$$

5 mm பாதமுள்ள பற்றவைப்பின் ஒரு மி.மீ.வின் நீளத்தின் வலிமை

$$5 \times 0.707 \times 102.5 = 359 \text{ N/mm}$$

எனவே $5.67 \times 10^3 \, P = 359$

$$P = 63.5 \times 10^3 \, N = 63.5 \, KN$$

பாரத்தின் அளவு 63.5 KN ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 4.12

படத்தில் (எண். 4.29) கண்ட இணைப்பினுக்கான வட்டில் பற்றவைப்பின் அளவை நிருணயிக்க, குருத்துத் தகடு (Web plate) வட்டில் பற்ற வைப்புகள் பட்டைய (Flange) வட்டில் பற்றவைப்புகளின் பாதி அளவு உள்ளவை.

பட்டையத் தகடுகளின் பற்ற வைப்பு வட்டில் அளவு ஓர் அலகு கொண்டவை எனவும், குருத்துத் தகடு பற்ற வைப்பு வட்டில் அளவு பாதி அளவு கொண்டவை எனவும் கருதுவோம்.

பற்றவைப்பின் நீளம் L : $2 \times 128 + 2 \times \frac{1}{2} \times 300 = 556$ அலகுகள்
ற்றவைப்பின் சடத்துவத் திருப்பு விசை

$$I_{xx} = 2 \times 128 + 190^2 + 2 \times \frac{1}{2} \times \frac{300^3}{12}$$

$$= 11.5 \times 10^6 \text{ அலகுகள்}$$

நறுக்குப் பளு $f_q = \frac{150 \times 10^3}{556} = 270$ N/mm

வளைப்புப் பளு $f_{bt} = \frac{150 \times 10^3 \times 228 \times 190}{11.5 \times 10^6}$

$= 565$ N/mm

ஒட்டுமொத்தத் தகைவு $\sqrt{f_{bt} + 3f_q^2} = \sqrt{565^2 + 3 \times 270^2}$

$= 733$ N/mm

11 mm வட்டில் பற்ற வைப்பைப் பட்டயத்தில் பயன்படுத்துவோம். (வலு $= 0.7 \times 11 \times 102.5 = 789$ N/mm)

எடுத்துக்காட்டு 4.13

படத்தில் கண்ட துருத்துத் தகட்டின் மேல் தாங்கப்படும் பளுவின் (P) அளவை மதிப்பிடுக. 6 mm வட்டில் பற்றவைப்பு அமைக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 4.30).

மொத்தப் பற்றவைப்பு நீளம் $= 2(240-12) + 200 + 188$

$= 844$ mm

பற்றவைப்பு ஓர் அலகு பருமன் கொண்டதாகக் கருதவும்

மையம் $\bar{y} = \frac{2 \times 228 \times 120 + 188 \times 12}{844} = 67.5$ mm

சடத்துவத் திருப்பு விசை $I_{xx} = 200 \times (67.5)^2 + 188 \times (55.6)^2$

$+ 2 \times \frac{1}{12} \times (228)^3 + 228 \times (52.5)^2$

$= 4.096 \times 10^6$

வளைப்பு திருப்பு விசை (f_{bt}) யால் நிகழும் விசை $= \frac{M}{I_{xx}}\ y = \frac{P \times 100 \times 172.5}{4.096 \times 10^6}$

$= 4.2 \times 10^3$ P

நறுக்குவிசையால் நிகழும் குத்துவிசை

$$(f_q) = P/l = \frac{P}{844} = 1.18 \times 10^{3} P$$

ஒட்டுமொத்த சமன் விசை =

$$\sqrt{f_{bt} + 3f_q^2} = \sqrt{(4.2)^2 + 3(1.18)^2} \times 10^3 \times P$$

$$= 4.67 \times 10^3 P$$

6 mm வட்டில் பற்ற வைப்பின் வலிமை = 6 × 0.7 × 102.5

$$= 430.5 \text{ N/mm}$$

$$4.67 \times 10^3 \times P = 430.5$$

அனுமதிக்கப்படும் பளு P = 92.18 KN

எடுத்துக்காட்டு 4.14

இரண்டு 150 mm குழல்கள் (நடுவகை) முட்டிணைப் பற்றவைப்பால் இணைக்கப்பட்டு, படத்தில் கண்டவண்ணம் பளுக்களை ஏற்கின்றன. பற்றவைப்புக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு 80 N/mm², பளு P இன் மதிப்பைக் காண்க (படம் 4.31).

அட்டவணையிலிருந்து 150 mm குழல்களுக்கான விவரங்கள் (சேர்ப்பு அட்டவணை 4)

பரப்பு (A) = 24.4 cm² (24.4 × 10² mm²)

பளு PKN எனக் கொள்வோம்

வடிவக் குணகம் (Z) = 95.1 × cm³ (95.1 × 10³mm³)

மொத்தத் தகைவு =

$$\frac{P}{A} + \frac{Pe}{Z} = P\left[\frac{l}{24.4 \times 10^2} + \frac{2\ 5}{95.1 \times 10^3}\right]$$

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 118.88 \text{ KN}$$

எடுத்துக்காட்டு 4.15

பொதுவிட்டம் 150 mm பெற்ற நடுத்தர ரக இரும்புக் குழல் ஒரு சேர்ப்புத் தகட்டுடன் பிணைக்கப்பட்டு, படத்தில் கண்ட வண்ணம் பளு ஏற்கிறது. வில்லைப் பற்றவைப்பின் அளவைக் காண்க (படம் 4.32)

பற்ற வைப்பு ஏற்கும் பளுக்கள்

நறுக்கு விசை $P = 10$ KN

வளைப்பு திருப்பு விசை $M = Pe_1 = 10 \times 400 = 4000$ KN mm

சுழல் திருப்பு விசை $T = Pe_2 = 10 \times 300 = 3000$ KN mm

பற்ற வைப்பு ஓர் அலகு பருமன் கொண்டதாகக் கருதவும் பற்ற வைப்பின் நீளம் $\pi \times 150 = 471$ MM

$$Ixx = \frac{\pi d t}{8} = \frac{\pi \times (150)^3}{8}$$

சடத்துவச் சுழற்சித் திருப்பு விசை

$$Ip = \frac{\pi d^3 t}{4} = 2.64 \times 10^6$$

நறுக்கு விசை f'_q (1 mm அளவுக்கு) $= P/l$

$$= \frac{10 \times 10^3}{471} = 21.2$$

சுழல் திருப்பு விசையால் விளையும்

நறுக்கு விசை f''_q (1 mm அளவுக்கு)

$$= \frac{T}{I_p}\gamma = \frac{3 \times 10^6 \times 75}{2.64 \times 10^6} = 85$$

வளைப்பு திருப்பு விசையால் விளையும்

இழுவிசை $f_{bt} = \frac{M}{I}Y = \frac{4 \times 10^6}{1.32 \times 10^6} \times 75 = 227$

ஒட்டுமொத்தச் சமன் விசை

$$= \sqrt{f_{bt}^2 + 3(f'_q + f''_q)^2}$$
$$= \sqrt{227^2 + 3(2 + 85)^2}$$
$$= 291 \text{ N/mm}$$

5 mm பாதமுள்ள விள்ளலின் ஒரு மி.மீ நீளத்தின் வலு

$$= 0.7 \times 5 \times 102.5$$
$$= 358.8 \text{ N/mm}$$

5 mm வட்டில் பற்ற வைப்பைப் பயன்படுத்தவும்

4.5.4 பற்ற வைப்புக் குறியீடு முறை

வரைபடங்களில் பற்றவைப்புகள் படத்தில் (எண் 4.33) கண்ட குறியீடுகள் மூலம் காட்டப்படுகின்றன.

வட்டில் பற்றவைப்பு	⊿
ஒற்றை V முட்டிணைப்பு	▽
இரட்டை V முட்டிணைப்பு	X
ஒற்றை U முட்டிணைப்பு	U
இரட்டை முட்டிணைப்பு	8

முட்டிணைப்புகள் குறியீடுகள் மூலம் காட்டப்பட்டு ஒரு விளக்கப் படம் மூலம் தெளிவாக்கப்படுகின்றன. (படம் 4.32)

வட்டில் பற்ற வைப்புகள் முக்கோண வடிவானவை. பற்ற வைப்பின் அளவை அதன் பாத அளவாகக் கூறலாம் எனக் கண்டோம். வட்டில் பற்ற வைப்புகள் படம் 4.33-இல் கண்டபடிக் காட்டப்படுகின்றன.

இடைவிட்ட பற்றவைப்புகள், பற்றவைப்பு அளவு அதன் நீளம், அவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம் ஆகியன முழுமையாகக் குறியிடுவதன் மூலம் விளக்கப்படுகின்றன (படம் 4.33 (ஆ)).

வட்டில் பற்றவைப்புகள் படங்களில் கெட்டியான கோடுகள் மூலம் படத்தில் காட்டிய வண்ணம் (படம் 4.33 (இ)) காட்டப்படுவதும் உண்டு.

5. இழுவிசை அங்கங்கள்

இரு நுனிகளிலும் இழுக்கப்பட்டுப் பளு ஏற்கும் இந்த அங்கங்களின் முழுப் பரப்பும் விசையைத் தாங்கப் பயன்படுகின்றன. நான்கு வகையான இழுவிசை அங்கங்கள் வழக்கத்தில் உள்ளன. அவையாவன:

(1) நாண்களும் வடங்களும், (Ropes and tendons)
(2) கம்பிகள் கம்புகள், பட்டைகள் (Wires. rods, flats)
(3) உருட்டு வடிவங்கள். தகடுகள் (Rolled steel sections)
(4) கட்டுவிப்புச் சட்டங்கள். (Built up sections)

நாண்களும் வடங்களும்

பாரம் தூக்கும் பொறிகள், கட்டுமானங்கள் சாயாமல் இழுத்துக் கட்டும் அமைப்புகள், ஆகியவற்றில் நாண்கள் பயன்படுகின்றன. நான்களின தொகுதிகள் வடங்கள் என வழங்கப்படுகின்றன. தொங்குபாலத்தின் முக்கிய வடங்கள் முறுக்கப்படாத கம்பித் தொகுதிகளால் ஆனவை. வடங்கள், நாண்கள் இவற்றின் வளைந்து கொடுக்கும் இயல்பும்,அவற்றின் அதிக வலிமையும் அவற்றின் சிறப்புகள் ஆகும். கட்டுமானங்களின் மற்றப் பகுதிகளுடன் இணைக்க, தனித் தன்மை கொண்ட பிணைப்புகள், கொக்கிகள் தேவைப்படுகின்றன.

கம்புகள் பட்டைகள்

கம்புகளும் பட்டைகளும் இழுவிசையைக் கட்டுமானங்களில் கீழ்க்காணும் வகையில் ஏற்கின்றன

(அ) குறுக்கு அணைப்புக் கம்பிகள் (Cross bracing)
(ஆ) முக்கியப் பிணைச் சட்டங்கள் (Main bracing members)
(இ) கூரைச் சட்டங்களை உறுதிப்படுத்த இழுத்துக்கட்டும் அமைப்புகள்) (எதிர் தொய்வுக் கம்பிகள்) (Sag rods)

(அ), (ஆ), (இ) பயனுறுதல் படம் 5 1-இல் விளக்கப் பட்டுள்ளது.

பட்டைகள் இழுப்பைத் தாங்கப் பயன்படுத்தப்படும் பொழுது, அவை வளையாத வண்ணம் அதிகப்பருமன் கொண்ட பக்கம் குத்தாக அமைக்கப்பட வேண்டும் (படம் 5.2)

கம்பிகள் பட்டைகள் இவற்றைப் பற்ற வைத்து, மற்ற அங்கங்களுடன் இணைப்பது எளிது (படம். 5.3 (அ)). இதற்குப் பதிலாகக் கம்பிகளின் நுனிகளில் மரைகளிட்டு மரையாணி கொண்டும் இணைக்கலாம். மரையிடுவது கம்பி களின் பரப்பைக் குறைக்கிறது என்பதைக் கருத்தில் கொண்டு மரையிட்ட பகுதியின் பரப்புக் கொண்டு கம்பிகளின் இழு விசையைக் கணக்கிட வேண்டும. கம்பிகளின் இறுதியை மடக்கியும், முடிச்சுகளிட்டும், கொக்கிகளாக்கியும் இணைப்பு களை ஏற்படுத்தலாம் (படம் 5.3 ஆ).

சட்டங்கள், உருட்டு வடிவங்கள்

இழுப்பைத் தாங்குவதுடன்கூட எங்கெங்கு வளைவதைத் தவிர்ப்பதற்கான உறுதி தேவைப்படுகிறதோ, அங்கு இரும்பு உருட்டுகள் விரும்பப்படுகின்றன. L சட்டம் இழு விசையைத் தாங்கப் பயன்படும் வடிவங்களில் முக்கியமானதும் எளிமை யானதும் ஆகும். ஆயினும் சட்டம் இணைக்கப்படும் பொழுது தவிர்க்க முடியாமல் நிகழும் மையப் பெயர்வு, அது வளைந்து வலு குறையக் காரணமாகிறது. படம் 5.4 L சட்டத்தின் இணைப்பு வகைகளைக் காட்டுகிறது.

சில சமயங்களில் L சட்டம் ஏற்கும் இழு பளுவை மற்றொரு சட்டத்திற்கு மாற்றத் தேவையான அறையாணிகள், மரையாணிகள் இவற்றைச் சட்டத்தின் அகலத்திற்கு அமைக்க இயலாது. அவ்வாறான சமயங்களில் ஒரு துண்டுத் துணைச் சட்டம் (Lug angle) கொண்டு இணைப்பைச் செயல்படுத்த லாம். அவ்வகை இணைப்பு படம் 5.4 (இ)-இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.

கட்டுவிப்பு அங்கங்கள்

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தகடுகள், சட்டங்கள் ஆகியவற்றைப் பிணைத்துத் தேவைக்கேற்ற வண்ணம் இவை

கட்டப்படுகின்றன. இழுவிசையை எதிர்கொள்ளத் தேவையான பரப்பை மட்டுமே அளித்தல், பிணைப்புகளுக்கு ஏற்றவண்ணம் கட்டுவிப்பு வடிவத்தில் மாற்றம், தேவையான திசையில் அதிக உறுதியைக் கொடுத்தல் ஆகியன (சாதாரண உருட்டுச் சட்டங்களில் பெற முடியாதன,) இவை கட்டுவிப்பு அங்கங்களில் மட்டுமே பெற முடியும் சில சிறப்பு இயல்புகளாகும்.

எளிய கட்டுவிப்பு அங்கம் இரண்டு L சட்டங்கள் முதுகுக்கு முதுகு (Back to back) இடையிட்ட ஒரு கோப்புத் தகட்டோடு (Gusset plate) இணைந்து ஆனதாகும் (படம். 1.5அ). L சட்டங்கள் கோப்புத் தகட்டின் ஒரே முகத்தில் படம் 5.5 (ஆ)-இல் காட்டப்பட்டபடி இணைக்கப்படுவதும் உண்டு. ஆனால், மையப் பெயர்வால் வளைந்து அதற்கான தகைவையும் சட்டம் எதிர்கொள்ள நேரிடும். L சட்டங்களின் நட்சத்திர அமைப்பு படம் 5.5 (இ)-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கட்டுவிப்பு சீர்மை (Symmetry) கொண்டதாகும். இடைத் தகடுகளால் (Spacers) L சட்டங்கள் இரு திசைகளிலும் தக்க இடைவெளிகளில் பிணைக்கப்படுகின்றன.

பாலங்களுக்கான தூலக்கட்டுகளின் வடச்சட்டங்கள்(Ties) இரண்டு கோப்புத் தகடுகள் பெற்றுக் கட்டுவிக்கப்படும் பொழுது படம் 5.5 (ஈ)-இல் கண்டவண்ணம் L சட்டங்கள் அமைகின்றன. இந்தச் சட்டங்கள் இடைப் பின்னல்களால் (Lacings) ஒருங்கிணைக்கப்படுகின்றன. அதிகப் பரப்பும் சீர்மையும் இழுவிசை ஏற்கும் முக்கியச் சட்டங்களுக்குத் தேவைப்படும் பொழுது படம் 5.5 (உ)-இல் கண்டபடி உள்ள நான்கு L சட்டங்களின் கட்டுவிப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. மாறாக இரண்டு சட்டங்கள் படம் 5.5 (ஊ)-இல் காட்டியபடி பயன்படுத்தப்படலாம். இரட்டை முகப்புக் கொண்ட தூலக் கட்டுகளில் இரண்டு கோப்புத் தகடு துணைகொண்டு பொருத்தப்படும் கட்டுவிப்புச் சட்டங்களின் வடிவம் படம் 5.5 (எ)-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இடைப் பின்னல்களில் அளவைக் குறைக்கவும். குறுக்கு இணைப்புகளை எளிதாக்கவும் படம் 5 5 (ஏ)-இல் கண்டபடி பட்டையங்கள் (Flanges)

உள் நோக்கிய ப சட்டக் கட்டுவிப்புச் சட்டங்கள் பயன்படு கின்றன.

கனமான பாலங்களுக்கான தூலக்கட்டுகளின் (Trusses) அங்கங்கள் அதிக இழு விசையை எதிர் கொள்கின்றன. அவ்வமயங்களில் படம் 5.6-இல் கண்ட கட்டுவிப்பு அங்கங் களைப் பயன்படுத்தலாம்.

இழு விசை அங்கங்களின் அளவுக் கணக்கீட்டிற்கான சில கருத்துக்கள்.

1. **நிகரப் பரப்பு**

(1) சட்டங்களின் பரப்பில் அறையாணிகள் அல்லது மரையாணிகள் இவற்றிற்காக இடப்பட்ட துளைகள் நீக்கும் பரப்புப் போக மீதி உள்ள பரப்பே விசையை ஏற்பதாகக் கொள்ள வேண்டும். 25 மி. மீ. விட்டமுள்ள அறையாணி களுக்கான துளைகள் ஆணியின் தண்டின் விட்டத்தைவிட 1.5 மி.மீ. அதிகமாகவும் 25 மி. மீ. அளவுக்கு மேல் தண்டு கள் கொண்ட ஆணிகளுக்கான துளைகளின் விட்டம் 2 மி.மீ. அதிகமாகவும் இருப்பதாகக் கொள்ள வேண்டும். மரையாணி களின் விட்டத்தைவிட அவற்றிற்கான துளைகள் 2 mm அதிகமாக உள்ளன என எண்ண வேண்டும். தொடர் ஆணி அமைப்பில் அதிகத் துளைகள் உள்ள இடத்தின் பரப்புச் சட்டத்தின் பளு தாங்கு திறனை நிருணயிக்கிறது. மாறி மாறி ஆணிகள் அமையும்பொழுது சட்டம் ஒரு கோணல் வரியில் சிதைய வாய்ப்புள்ளது. அத்தருணங்களின் கணக்கீடுகளில் அந்தக் கோணல் வரிகளில் உள்ள துளைகள் வரியின் நீளத்தி லிருந்து நீக்கப்பட வேண்டும். நீக்கப்பட வேண்டிய நீளம் ஒவ்வொரு கோணல் தூரத்திற்கும் $\frac{p^2}{4g}$ என்ற அளவில் குறைக்கப்பட்டு, செயல்படு நீக்க நீளம் கணக்கிடப்படுகிறது. கோணல் வரியில், செயல்படும் துளைகளின் நீக்க நீளத்தைக் கழித்து நிகர நீளம் கணக்கிடப்பட்டு, சட்டத்தின் வலு நிருணயிக்கப்படுகிறது.

இதில்,

p ஆணி இடைத்தூரம்

g ஆணிக் கோடுகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம்

காட்டாக, ஒரு L சட்டம் படம் 5.7-இல் கண்ட வண்ணம் அறையாணிகளால் பொருத்தப்படுவதாக எண்ணுவோம்.

சட்டம் அ. ஆ. இ என்ற வரியிலோ, அ. ஆ. ஈ. உ என்ற வரியிலோ சிதைவுறலாம். அ. ஆ, இ வரியில் பயன்படு பரப்பைக் காண அந்த வரியின் நீளத்தில் ஒரு துளையின் விட்டத்தை நீக்க வேண்டும். அ. ஆ. ஈ. உ வரியில் நிகரப் பரப்புக் காண, வரிநீளத்தில் (இரண்டு துளைகளுக்கான விட்டம் $\frac{p^2}{4g}$) என்ற தூரத்தைக் கழிக்க வேண்டும்.

ஒரு பக்கத்தில் மட்டும் இணைக்கப்படும் L சட்டங்களின் நிகரப் பரப்பு கீழ்க் காணும் சமன் பாடு ஒட்டி அமைகிறது (படம் 5.8 (அ).)

பயன்படு நிகரப் பரப்பு $A = a + k_1 b$

a சேர்க்கப்பட்ட காலின் நிகரப்பரப்பு

b புறம் நீட்டிய காலின் நிகரப் பரப்பு

முதுகுக்கு முதுகு நின்று கோப்புத் தகட்டின் ஒரு புறம் மட்டும் அமையும் L சட்டங்களின் (படம் 5.7 ஆ) நிகரப் பரப்பைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடு நிருணயிக்கிறது.

நிகரப் பரப்பு $A = a + k_2 b$

a,b சேர்ப்பித்த கால், புறம் நீட்டிய கால் இவற்றின் பரப்புகள் முறையே

$$k_2 = \frac{1}{1 + 0.2\left(\frac{b}{a}\right)}$$

இரட்டை L சட்டங்கள் கோப்புத் தகட்டின் இருபங்கங்களிலும் சீராக அமைக்கப்பட்டுப் பளு தாங்க நேர்ந்தால் சட்டங்களின் துளைகள் நீங்கலாக உள்ள மொத்தப் பரப்பு, பயன்படு பரப் பாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

அனுமதிக்கப்படும் தகைவு

இழு விசைக்கான உருட்டுச் சட்டங்கள் மேல் அனுமதிக்கப் படும் தகைவு 0.6 × நெகிழ்தகைவு = 0.6×250=150 N/mm² என குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

ட சட்டங்களின் ஆணி வரிசைக் கோடு

வழக்கமான சட்டங்களில் வளைப்பைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு ஆணிகளின் வரிசை, சட்டத்தின் மையப்புள்ளி வழியே செல்லும் கோட்டின் மேல் அமையும். ஆயினும், பல சட்டங்கள் சேர்க்கப்படும் கோப்புத் தகட்டின் மேல் பெயர்ப்பு உள்ள விசைகளை இவ்வகை வரிசைகளில் உள்ள ஆணிகள் ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, சட்டத்தின் மையத்திலிருந்து சற்று விலகி நிற்கும் ஒரு கோட்டின் மேல் ஆணிகள் அமைக்கப் படுகின்றன. இந்தக் கோட்டின் மேலுள்ள ஆணிகள், சட்டங் கள், கோப்புத் தகடு இவற்றின் மேல் சமமான வளைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. மிகக் குறைந்த இந்த வளைப்பைப் புறக் கணித்துவிடலாம். இந்த ஆணி வரிசைகளுக்காக தூரம் வழக்க மான ட சட்டங்களுக்கு அட்டவணையில் (எண் 5.1) கொடுக்கப் பட்டுள்ளது).

அட்டவணை 5.1

ட சட்டங்களின் துளையிடு வரிசைத்தூரம்

கால் அளவு	இரட்டை வரிசை	ஆணிகள்	ஒற்றை வரிசை ஆணிகள்	இரட்டை வரிசை ஆணிகள் ஆணியின் அதிக அளவு
150	55	65	90	22
130	50	55	80	20
125	45	55	75	20
115	45	50	70	12
110	45	45	65	12
100	40	40	60	12
90			50	

80	45
75	40
70	40
65	35
60	35
50	28

எடுத்துக்காட்டு 5.1.

ISA 200 × 100 × 10 சட்டத்தின் நீளமான கால் 16 mm மரையாணிகளால் இரண்டு தொடர் வரிசைகளில் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. சட்டத்தின் நிகரப்பரப்பைக் காண்க. தகைவு 150 N/mm² என்றால் சட்டத்தின் இழுப்பு வலுவை நிருணயிக்க (படம் 5.8).

அட்டவணையிலிருந்து ∟ சட்டத்தின் மொத்தப் பரப்பு = 2921 mm²

புறம் நிற்கும் காலின் பரப்பு = (100−5)×10 = 950 mm²

சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் காலின் பரப்பு = 2921 − 950 = 1971 mm²

துளைகளின் பரப்பு = 2 × 17.5 × 10 = 350 mm²

$$a = 1971 - 350 = 1621$$

$$k = \frac{1}{1 + 0.35\left(\frac{95}{1971}\right)} = 0.825$$

∟ சட்டத்தின் நிகரப் பரப்பு = 1621 + 0.225 × 950

= 2405 mm²

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு = 150 N/mm²

இழுப்பு வலு $= \frac{2405 \times 150}{1000}$ KN

= 360 KN

எடுத்துக்காட்டு 5.2

படத்தில் கண்ட 150 × 16 mm தகட்டின் இழுவிசை தாங்கு திறனை நிருணயிக்க அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு 150 N/mm^2. 16 mm கோணல் அறையாணி அமைப்பு பயன் படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆணி வரிசைகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 60 mm. ஆணியிடைத் தூரம் = 50 mm (படம் 5.9).

சட்டத்தின் மொத்தப் பரப்பு 150 × 16 = 2400 mm^2

ஆணியிடைத் தூரம் p = 50 mm

ஆணி வரிசையிடைத் தூரம் g = 60

$$\frac{p^2}{4g} = \frac{50^2}{4 \times 60} = 10.4$$

தொடர் (அ, ஆ, இ)-இல் கழிக்கப்பட வேண்டிய துளையின் பரப்பு 17.5 × 16 = 280 mm^2

தொடர் (அ,ஆ,ஈ,உ)-இல் கழிக்கப்பட வேண்டிய துளைகளின் பரப்பு = (2 × 17.5 − 10.4) × 16 = 394 mm^2

தகட்டின் நிகரப் பரப்பு = 2400 − 394 = 2006 mm^2

அனுமதிக்கப்பட்ட இழு தகைவு = 150 N/mm^2

$$\text{தகட்டின் வலு} = \frac{2006 \times 150}{103} = 300 \text{ KN}$$

எடுத்துக்காட்டு 5.3

ஒரு தூலக் கட்டின் கீழ்வடச் சட்டத்தின் மேல் உள்ள இழுப்பு விசை 6.5 KN. அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு 150 N/mm^2. சட்டத்தின் வடிவைக் கணக்கிடுக.

விசை = 65 × 10^3 N

அ. தகைவு 150 N/mm^2

$$\text{தேவையான நிகரப் பரப்பு } \frac{65 \times 10^3}{150} = 436 mm^2$$

ஒற்றைக் காலால் அறையாணிகளால் இணைக்கப்படும் சட்டத்திற்கு 20 விழுக்காடு பரப்பை அதிகமாக்கி ஏறத்தாழ 545 ச. மி. மீ. அளவுள்ள சட்டத்தை எண்ணுவோம்

ISA $60 \times 40 \times 6$ mm (பரப்பு 585 ச.மி.மீ.) சட்டத்தின் நீளமான கால் இணைக்கப்பட்டதாகக் கொள்வோம்.

$$b = 35 \times 6 = 210$$

$$a = 565 - 210 - 6 \times 13.5$$

$$= 273$$

$$K \quad \frac{1}{1 + 0.35} \times \frac{210}{283} = 0.89$$

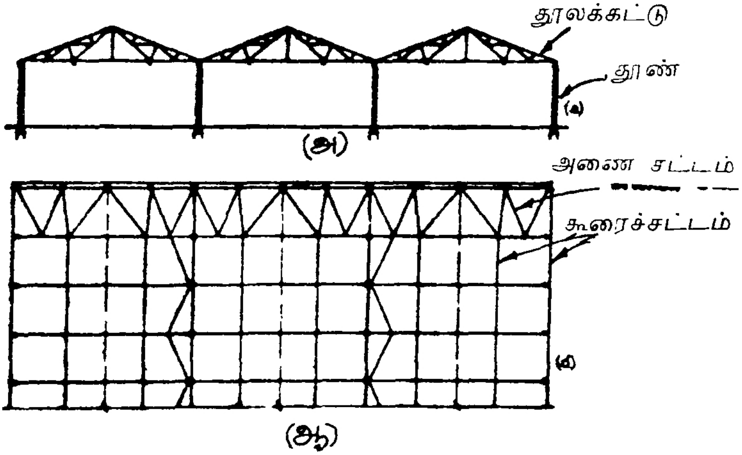
செயல்படு பரப்பு $= 273 + 0.89 \times 210$

$= 440$ mm^2. தேவை 436 mm^2

எனவே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சட்டம் பொருத்தமானது.

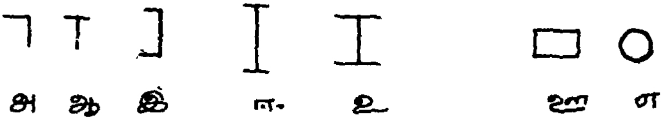
குறிப்பு:

4, 5 அத்தியாயங்களுக்கான படங்கள் தொடர்ந்து வரும் பக்கங்களில் அமைக்கப்பெற்றுள்ளன.



4.1 தொழிற்கூடம் – இரும்புக் கட்டுமானம்

அ) முகப்புப்படம் ஆ) கிடை படம்



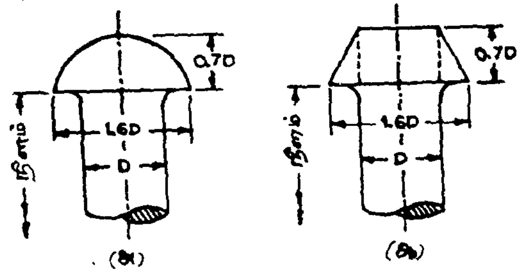
4.2 இரும்புக் கட்டுமானச் சட்டங்கள்

அ) ட சட்டம் ஆ) T சட்டம்

இ) ப சட்டம் ஈ) I. சட்டம்

உ) தூண் (HB) சட்டம் ஊ) வெற்றுச் செவ்வகம்

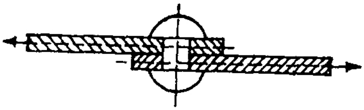
எ) குழல்கள்



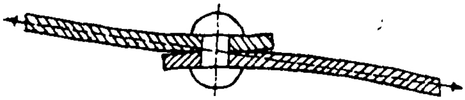
4.3. அறையாணி வகைகள்

அ) குவி தலை அறையாணி

ஆ) சட்டித்தலை அறையாணி



(அ)

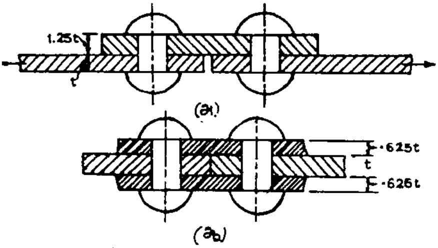


(ஆ)

4.4 தொட்டிணைப்பு

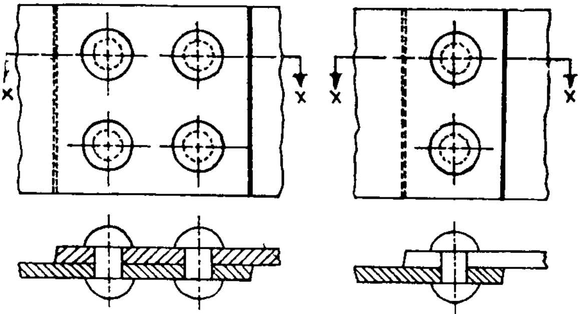
அ) பளுவேற்கும் முன்

ஆ) பளுவேற்றபின வளைந்த வடிவம்



4.5 முட்டிணைப்பு

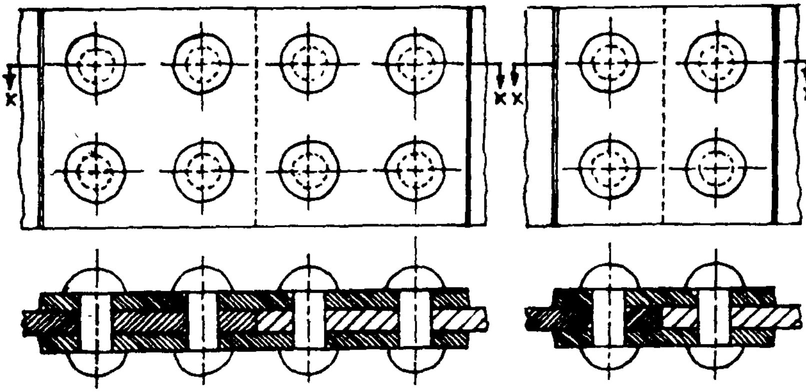
அ) ஒரு மூடித்தகடு   ஆ) இரு மூடித்தகடு



4.6 தொட்டிணைப்பு வகைகள்

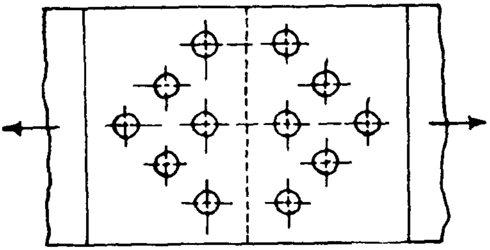
அ) இரட்டை அறையாணி தொட்டிணைப்பு

ஆ) ஒற்றை அறையாணி தொட்டிணைப்பு

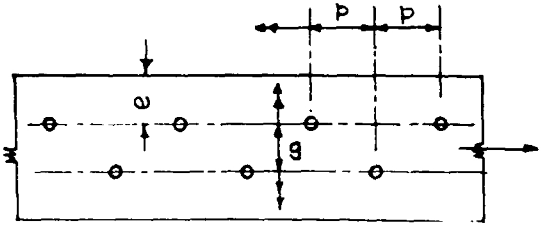


4.7 முட்டிணைப்பு வகைகள்

அ. இருவரிசை அறையாணி ஆ. ஒருவரிசை அறையாணி



4.8 கோணல் வரிசை அறையாணி அமைப்பு

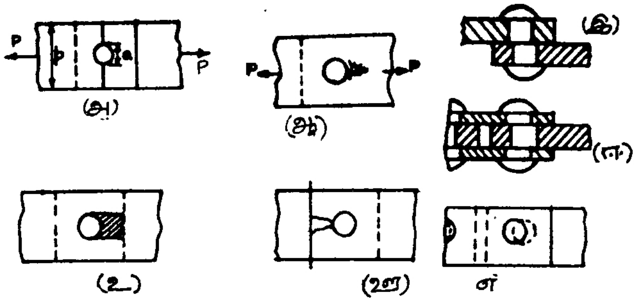


4.9 அறையாணி இணைப்பு

P. *ஆணியிடைத் தூரம்*

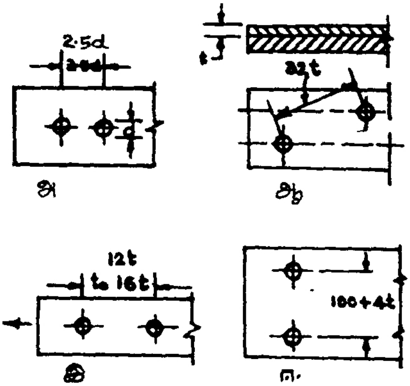
I. *வரிசையிடைத் தூரம்*

C. *விளிம்புத் தூரம்*



4.10 அறையாணிச் சிதைவு

அ) தகடுகள் கிழிதல் ஆ) அறையாணி தாங்க இயலாமை
இ) ஒற்றை நறுக்கு ஈ) இரட்டை நறுக்கு
உ) தகட்டின் தாங்க இயலாமை
ஊ) விளிம்புத்தூரம் போதாமை
எ) அறையாணி நசுங்குதல்



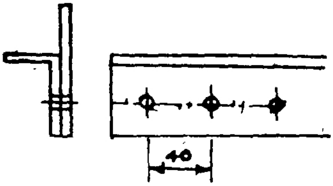
4.11 அறையாணி அமைப்புக்கான பான்மைகள்

அ) குறைந்த அளவு ஆணியிடைத் தூரம்

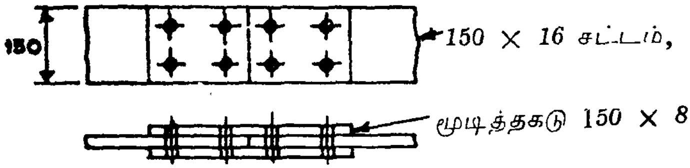
ஆ) அதிக அளவு குறுக்கு ஆணியிடைத் தூரம்

இ) அதிக அளவு ஆணியிடைத் தூரம்

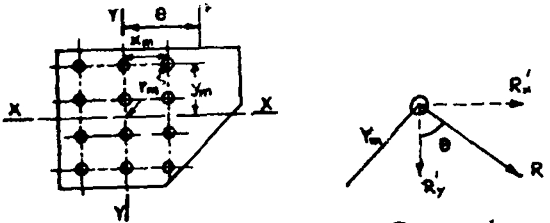
ஈ) அதிக அளவு கோட்டிடைத் தூரம்



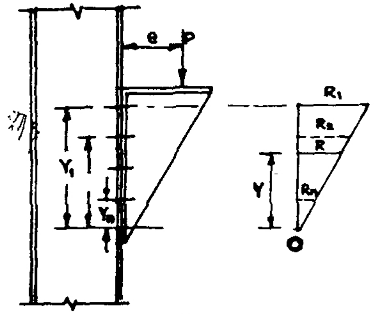
4·12 · எடுத்துக்காட்டு 4·2·



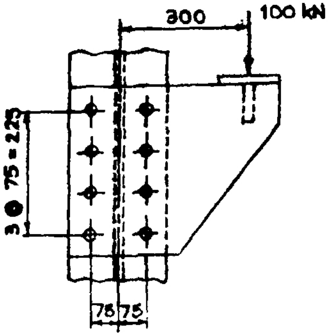
படம் 4.13 எடுத்துக்காட்டு 4.3

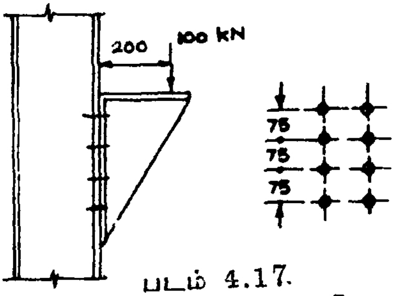


4·14· பெயர்ப்பு கொண்ட இணைப்பு
நறுக்கிற்கும் முறுக்கிற்கும் ஆளாகும் ஆணித் தொகுதி



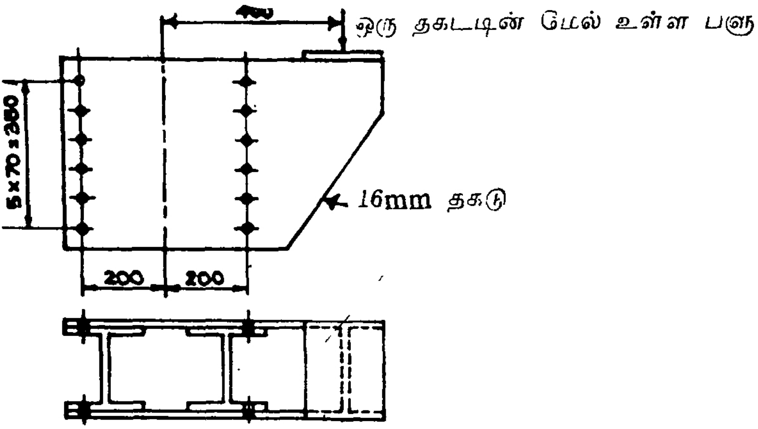
4·15· பெயர்ப்பு கொண்ட இணைப்பு
நறுக்கிற்கும் இழுப்பிற்கும் ஆளாகும் ஆணித் தொகுதி



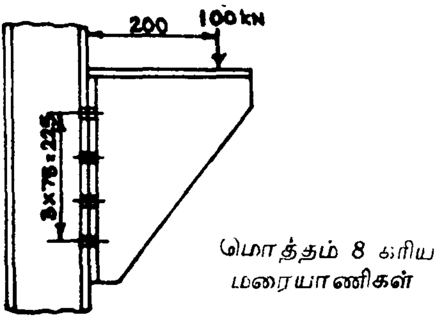


படம் 4.17.
எடுத்துக்காட்டு 4.5

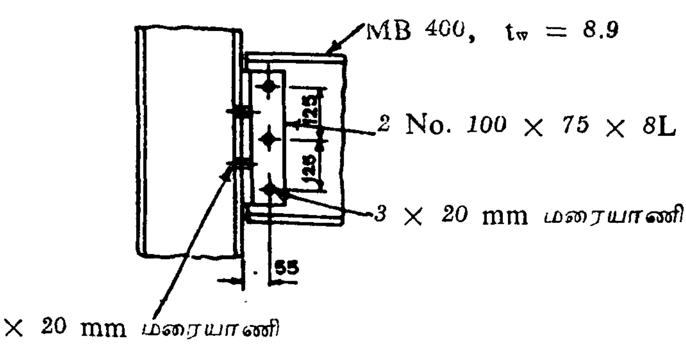
படம் 4.16 எடுத்துக்காட்டு 4.4



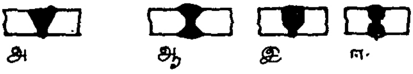
4.18 எடுத்துக்காட்டு 4.6



4.19 எடுத்துக்காட்டு 4.7



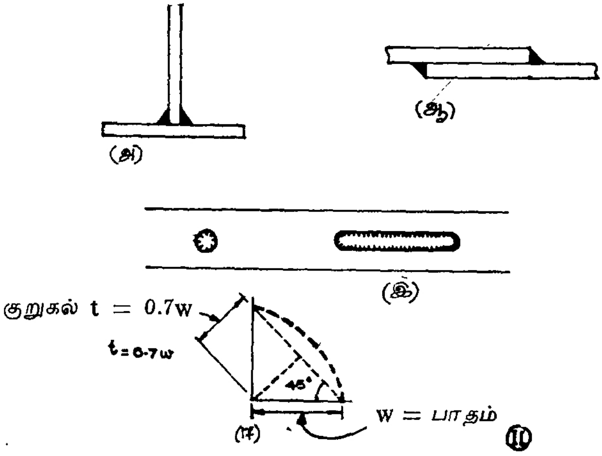
4·20· எடுத்துக்காட்டு 4.8



4.21, (I) முட்டிணை பற்றவைப்பு வகைகள்

அ. ஒற்றை V ஆ. இரட்டை V

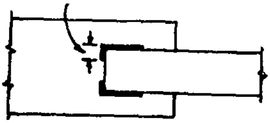
இ. ஒற்றை U ஈ. இரட்டை U



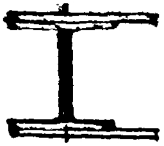
4.21. (II) வட்டில் பற்றவைப்பு வகைகள்

அ) T இணைப்பு ஆ) தொட்டிணைப்பு

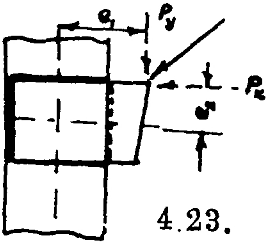
இ) குழியிணைப்பு ஈ) வட்டில் சொற்கள்



4.22. மடித்துப் பற்றவைத்த பற்றவைப்புகள்

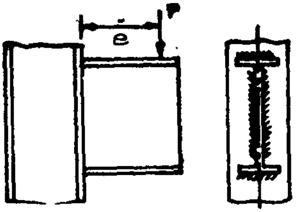


பெயர்ப்பு கொண்ட இணைப்பு
நறுக்கிற்கும் சுழற்சிக்கும் ஆளாகும் தகடு

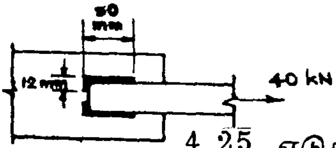


4.23.

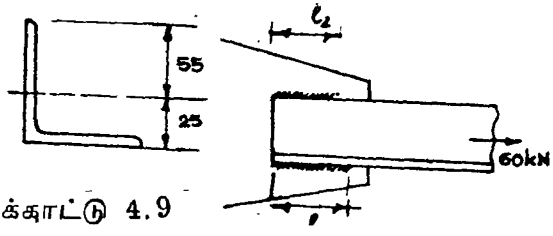
பெயர்ப்பு கொண்ட இணைப்பு
நறுக்கிற்கும் வளைப்பிற்கும்
ஆளாகும் தகடு



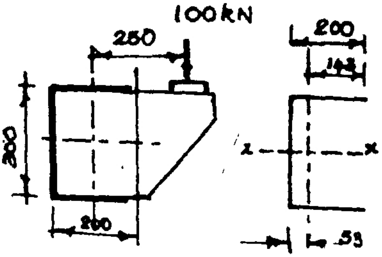
4.24



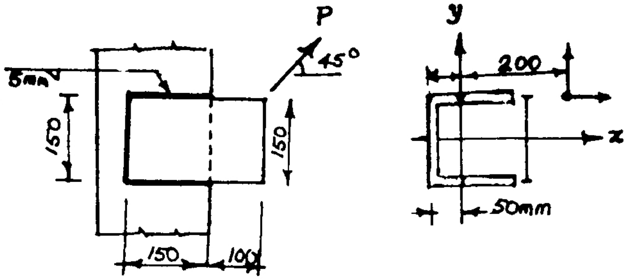
4.25 எடுத்துக்காட்டு. 4.8



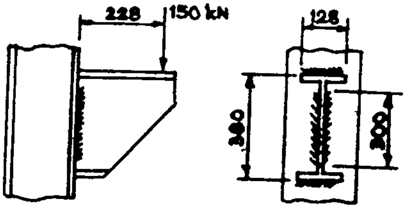
4.26. எடுத்துக்காட்டு 4.9



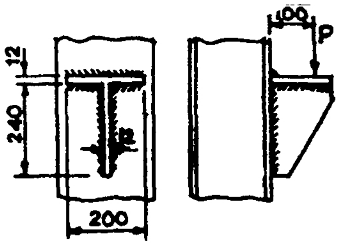
4.27, எடுத்துக்காட்டு 4.10



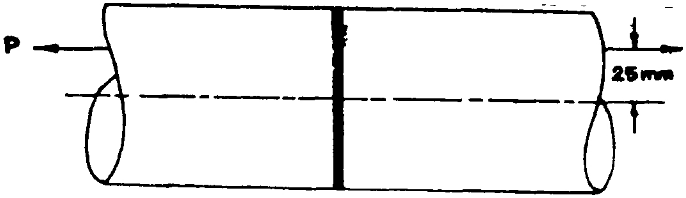
4.28 எடுத்துக்காட்டு 4.11



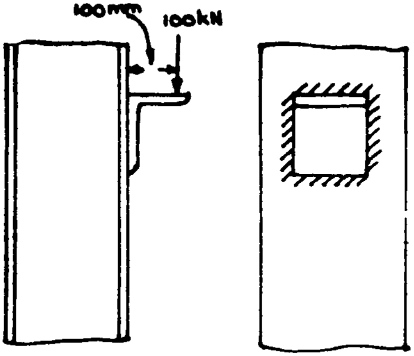
4.29. எடுத்துக்காட்டு 4.12.



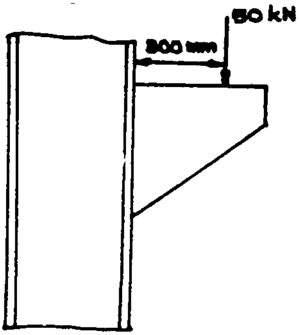
4.30 எடுத்துக்காட்டு 4.13.



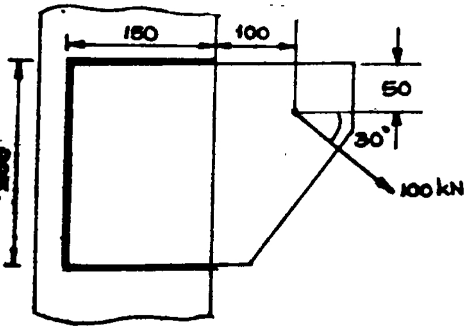
4.31 எடுத்துக்காட்டு 4.14



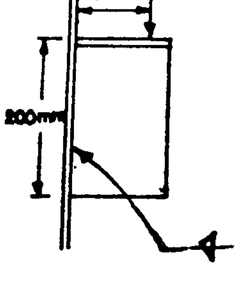
வினா 4.11



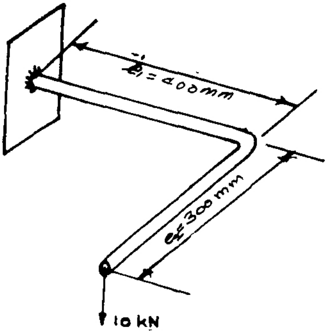
வினா 4.12



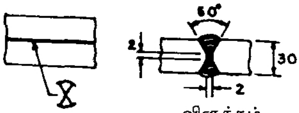
வினா 4.13



வினா 4.14



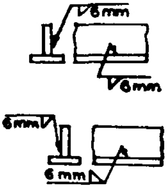
4.32 எடுத்துக்காட்டு 4.15



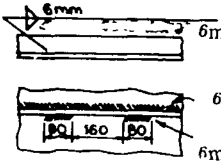
விளக்கம் பாரக்க

விளக்கம்

அ



ஆ

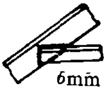


6mm × 80 நீளம் × 160

6mm தொடர் பற்ற வைப்பு

6mm இடைவிட்ட பற்ற வைப்பு
80 நீளம் பற்ற வைப்பு–இடைவெளி 160 mm

(இ)

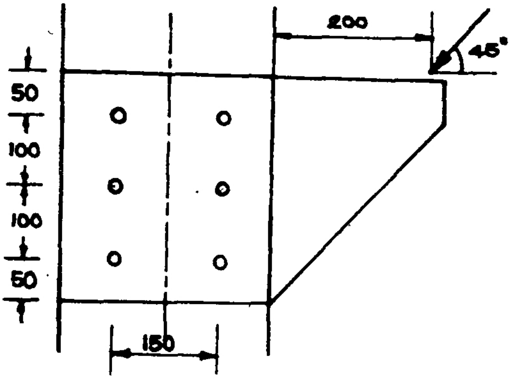


6mm சுற்றிலும் வட்டில் பற்றவைப்பு

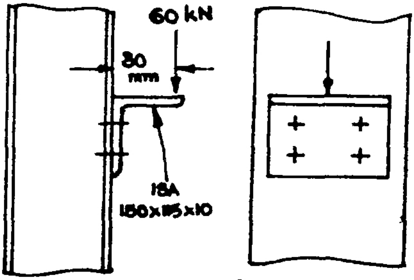
ஈ

4.33 குறியீடு முறை.

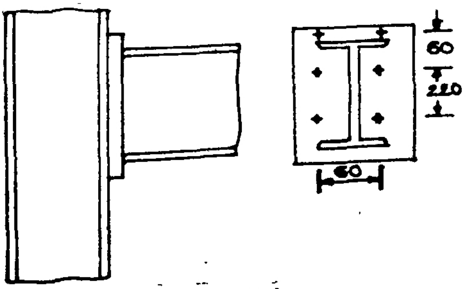
அ. முட்டிணைப்பற்ற வைப்புக் குறியீடுமுறை
ஆ) வட்டில் பற்ற வைப்புக் குறியீடு முறை
இ) தொடர் பற்றவைப்புக் குறியீடு முறை
ஈ) பற்ற வைப்புக் கோடு காட்டும் முறை



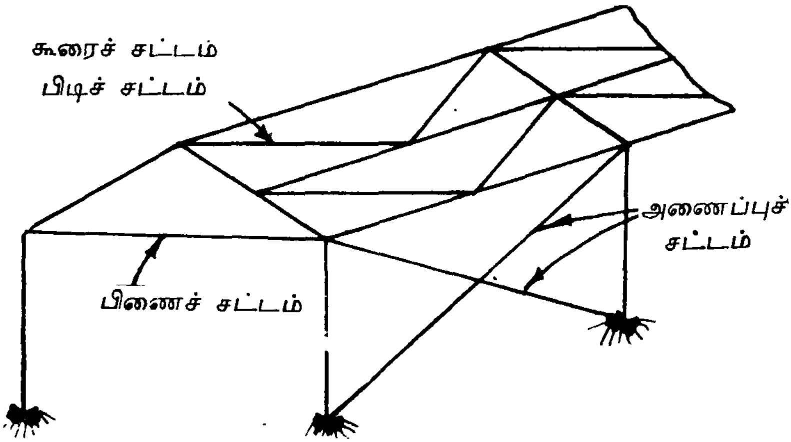
வினா 4.8



வினா 4.9

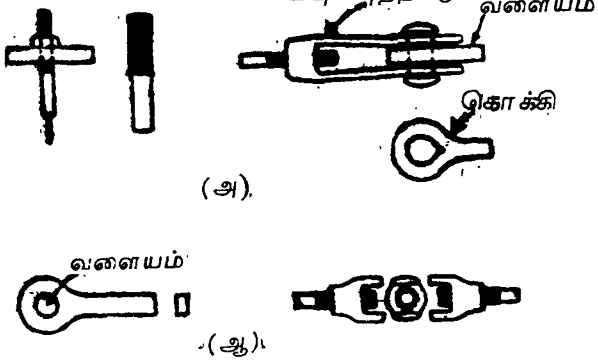


வினா 4.10

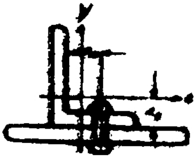


5.1 கூரையின் பாகங்கள்

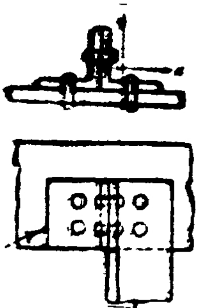
5.2 இழுவிசை அங்க இணைப்புகள் பற்றவைப்பு



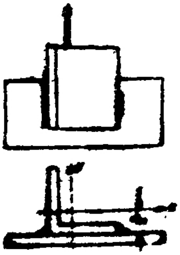
5.3 மரையாணி இணைப்பு கொக்கி வளையம்



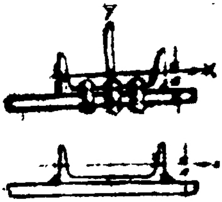
அ. ஒற்றை ட சட்டம்



ஆ. துண்டு பிணைச் சட்டம்

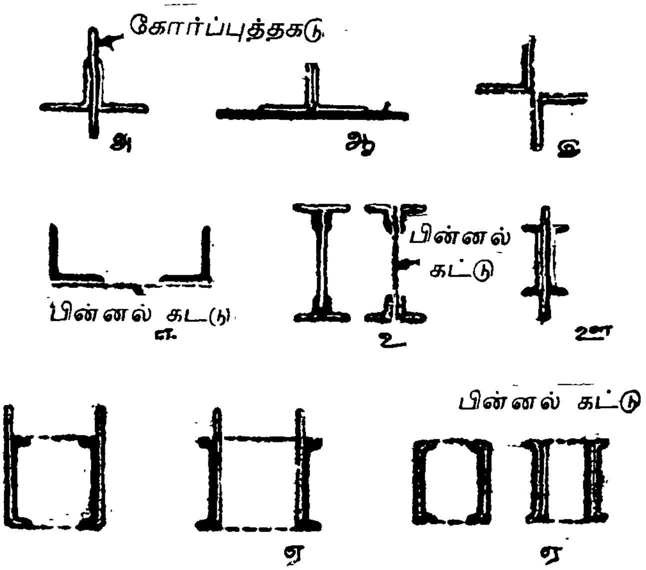


இ. பற்றவைத்த ட சட்டம்

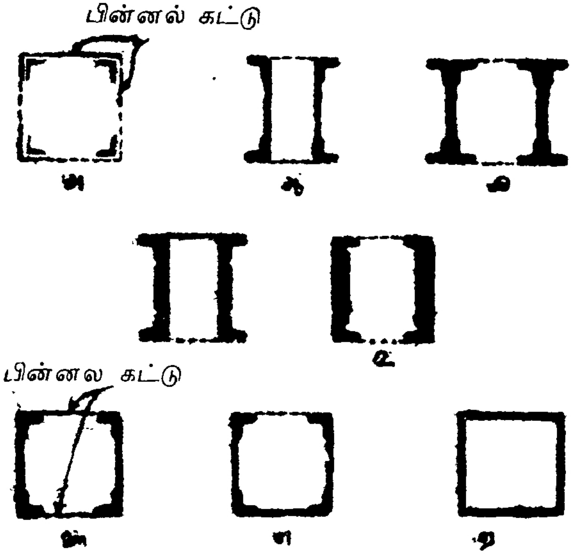


ஈ. ட சட்டம் இணைப்பு

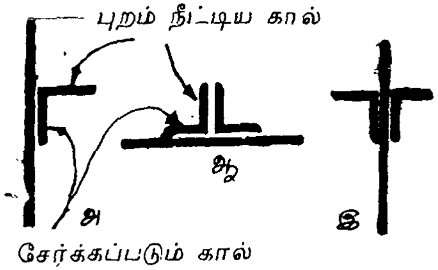
ப. 4. சட்ட இணைப்புகள்



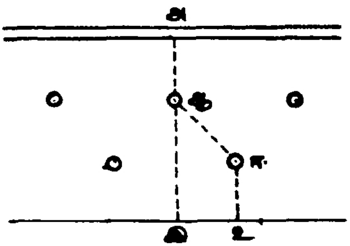
5.5 இழுவிசை கட்டுவிப்பு அங்கங்கள்



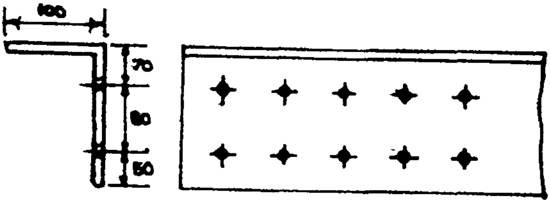
5.6 பாலங்களுக்கான இழுவிசை கட்டுவிப்பு அங்கங்கள்



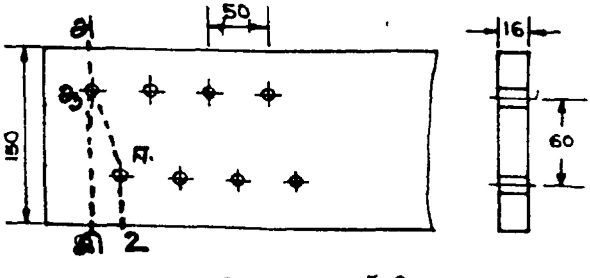
படம் 5.7 L சட்ட இழுவிசை கணக்டு



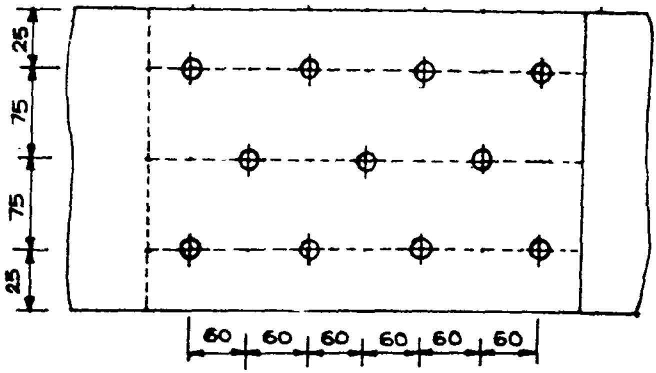
5.8 துளைகளுக்கான நீக்கம்



5.9 எ.கா. 5.1



5·10 எ.கா. 5.2



வினா 5.1

6. அழுக்கப் பளுவைத் தாங்கும் அங்கங்கள்

அமுக்கப் பளுவைத் தாங்கும் அங்கங்களில் முக்கிய மானவை தூண்களும், (Columns) குறுந்தடிகளும் (Struts) ஆகும். கட்டுமானங்களில் உத்திரங்கள், கூரை இவற்றிலிருந்து பெரும்பளுவைத் தாங்கி நிற்கும் குத்து அங்கங்களைத் தூண்கள் என்கிறோம். சிறிய அமுக்கம் தாங்கு அங்கங்கள்-காட்டாக தூலக் கட்டுகளில் அமுக்கப் பளுவைத் தாங்க அமைக்கப் படும் அங்கங்கள் குறுந்தடிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

இழுப்பு விசையைத் தாங்கும் சட்டங்களின் இயல்பு களுக்கும் அமுக்க விசை தாங்கும் சட்டங்களின் இயல்பு களுக்கும் பெரும் வேறுபாடு உண்டு. அமுக்க விசைதாங்கும் தூண்களின் பளு தாங்கும் இயல்புகள் பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துக்கள், அவை அவற்றின் வடிவக் கணக்கீட்டை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பன பற்றிய விவரங்களை எளிய முறையில் காண்போம்.

குட்டையான தூண்கள் அமுக்கத்தில் நொறுக்கிச் சிதை கின்றன. நெடிய தூண்கள் அவ்வாறு செயல்படுவதில்லை. அவை பளுவைத் தாங்கும் போது நெளிகின்றன. பளுவின் அச்சிலிருந்து தூண் விலகும்பொழுது அது அச்சுப் பளுவையும், வளைப்பையும் எதிர்நோக்க நேரிடுகிறது. ஒரு தூணின் நெளிதல், அதன் அடியும் முடியும் பிணைக்கப்படும் விதம், தூணின் அச்சில் உள்ள சுழிவுகள், பளுவை வைப்பதில் உள்ள மையப் பெயர்வுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது.

நீண்ட தூண்களின் பளுதாங்கும் திறன் பற்றிய அடிப்படைக் கொள்கை நெளிதல் பற்றியது; அதனை அறுதியிடமுடியும் என்ற கொள்கையைக் கண்டறிந்தவர் 'ஈலர்' என்பவர். அவர் கொள்கைப்படி நீண்ட தூணின் பாரம் தாங்கும் திறன்,

$$P_e = \frac{\pi^2 EI}{L^2} = \frac{\pi^2 E Ar^2}{AL^2} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$$

என அமைகிறது.

இதில்

P_e — அச்சு வழி பாரந்தாங்குதலிலிருந்து வளைந்து பளு தாங்கும் நிலைக்குத் தூண் நிலை குலைந்து நெளியும் போது அது தாங்கும் பளு

I — சடத்துவத் திருப்பு விசை

E — மீள்மைக் குணகம்

L — தூணின் செயல்படு நீளம்

r — சடத்துவ ஆரம்

ஆனால் வழக்கத்தில் உள்ள தூண்கள் சாதாரண ஈலர் தூண் போல் செயல்படுவதில்லை. பளுவின் மையப் பெயர்வு தூணின் ஆரம்பத் தொய்வு, அடி முடி இவை பொருத்தப்படும் தன்மையில் உள்ள வேறுபாடு இவையே இந்த மாறான செயல் பாட்டிற்கான முக்கியக் காரணங்கள். தூண்களின் அடியும் முடியும் அறையாணிகளாலோ, பற்றவைப்பாலோ பிணைக்கப் படுகின்றன. அடி முடி பிணைப்புகள் தூண்கள் வளைவதை வெறுமையாய்ப் பாதிக்கின்றன. எனவே, பிணைப்பின் தன்மைக்கேற்ப, தூணின் செயல்படு உயரம் மாறுகிறது. அச்சு வழி பளுவினுக்காகவே ஈலரின் கொள்கை அமைக்கப்பட்டது.

அச்சின் வழியே பளுவைத் தாங்க வைப்பது இயலாதசெயலாகும். சீரான உருட்டு வடிவங்களை எண்ணினாலும், சீர்மைக்குக் குந்தகம் விளைவது இயல்பு. முற்றிலும் நேரான தூணைக் காண்பதுவும் அரிது. எனவே ஈலரின் கொள்கையை அப்படியே பயன்படுத்துவது நடைமுறைக்கு ஏற்றதல்ல. ஆகவே, தூண் ஆய்வுக்குழு வழக்கத்திற்கிசைந்த ஒரு சமன்பாட்டைக் கூறியுள்ளது. அந்தச் சமன்பாடு மேற்கூறப்பட்ட வேறுபாடு களைக் கருத்தினில் கொண்டு அமைக்கப்பட்டது. அந்தச் சமன்பாட்டின் படி அனுமதிக்கபபட்ட தகைவு, Pe

$$P_c = \left(\frac{0.6\ P_e\ P_y}{P_e^{1.4} + P_y^{1.4}} \right) \frac{1}{1.4}$$

P_c - அமுக்கத்தின் அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு

P_y - நெகிழ்வுத் தகைவு

P_e - நெளிதல் தகைவு $= \dfrac{\pi^2 E}{(l/\gamma)^2} = \dfrac{\pi^2 E}{\lambda^2}$

λ - ஒல்லி விகிதம் $= \dfrac{l}{\gamma}$

l - தூணின் உயரம்

γ - சடத்துவ ஆரம்

E - மீள்மைக் குணகம் 200×10^9 N/m²

இந்தச் சமன்பாட்டை அப்படியே பயன்படுத்துவது கடின மானது. எனவே 1S800—71 வெவ்வேறு ஒல்லிவிகிதங்களுக்கான உரிய தகைவுகளை அட்டவணைப் படுத்தியுள்ளது. அந்த அட்டவணைகள் இங்கே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (எண் 6.1).

அட்டவணை 6.1

உருட்டுகளுக்கான அனுமதிக்கப்பட்ட அச்சுவழி அழுக்கத் தகைவு

அனுமதிக்கப்பட்ட அழுக்கத் தகைவு N/mm²

l/r	சாதாரண இரும்பு	l/r	சாதாரண இரும்பு
10	150	140	51
20	148	150	45
30	145	160	41
40	139	170	37
50	132	180	33
60	122	190	30
70	111	200	28
80	101	210	25
90	90	220	23
100	80	230	21
110	72	240	20
120	64	250	18
130	57		

6 1.2. ஒல்லி விகிதம்

ஒரு சட்டத்தின் ஒல்லி விகிதம் முன் குறிப்பிட்டபடி அதன் செயல்படு உயரத்தையும், தூணின் குறுக்கு வெட்டு வடிவத்தையும் பொறுத்தது.

தூணின் குறுக்கு வெட்டின் குறைந்த சடத்துவத் திருப்பு விசை (Radius of gyration) அதன் பரப்பு இவற்றிற்கான விகிதம் சடத்துவ ஆரத்தின் மடங்காகக் குறிக்கப்படுகிறது.

$$\gamma^2 = \frac{I_m}{A}$$

Im — குறைந்த அளவு சடத்துவத் திருப்புவிசை

இந்தியச் சீர் சட்டங்கங்களுக்கான இந்த அளவு உரிய அட்டவணைகளில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

தூணின் செயல்படு உயரம் அச்சாணிகளால் பொருத்தப் பட்ட ஓர் உருவகத்தூணின் உயரத்தின் மடங்காகக் கருதப்படு கிறது. எடுத்துக்காட்டாக மரையாணிகளால் பொருத்தப்பட்ட ஒரு ட சட்டத்தைக் காண்போம்.

வெவ்வேறு வகையான தூண்களின் அடி முடி இணைப்புக் கான செயல்படு உயரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

அட்டவணை 6.2

செயல்படு உயரக் குணகங்கள்

எண்	நிலைமை	குணகம் (K)
1	நிலைகளில் இரு நுனிகளும் உறுதியாகப்பதியப் பெற்று இரு திசைகளிலும் அவை நகரா நிலைமை	0.67
2	நிலைகளில் இரு நுனிகளும் உறுதியாகப் பதியப் பெற்று ஒரு நுனி இரு திசைகளிலும் நகரா நிலைமை	0.85
3	நிலைகளில் இரு நுனிகளும் உறுதியாகப் பிடிக்கப்படுகின்றன, ஆனால், இரு திசைகளும் அவை நகர வாய்ப்புள்ளவை	1.0
4	ஒரு நுனி நிலையில் உறுதியாக நகர வாய்ப்பில்லாமல் பொருத்தப்படுகிறது. மற்ற நுனி பிடிக்கப்படுவதில்லை ஆயினும் அது நகரும் இயல்பு கொண்டதன்று	1.0
5	ஒரு நுனி நிலையில் உறுதியாக நகர வாய்ப்பில்லாமல் பொருத்தப்படுகிறது. மற்ற நுனி பிடிக்கப்படுவதில்லை. ஆயினும், அது பகுதியாகவே நகர வாய்ப்புள்ளது	1.5

6 ஒரு நுனி நிலையில் உறுதியாக நகர
வாய்ப்பில்லாமல் பொருத்தப்படுகிறது.
மற்ற நுனி சுயேச்சையானது. 2.0

தூணின் உயரம் : L

செயல்படு உயரம்: KL

சில வகை நிலைகளில் உள்ள தூண்கள் படத்தில் (எண் 6.3) காட்டப்பட்டுள்ளன. அட்டவணை 6.2 செயல்பட உயர் குணகங்களைக் காட்டுகிறது.

6.1.3 அதிக அளவு ஒல்லி விகிதம்

அமுக்க விசை தாங்கும் அங்கங்களின் அதிக அளவு ஒல்லி விகிதம் கீழ்க்காணும் வகையில் வரையிடப்பட்டுள்ளது.

(அ) முக்கிய அங்கங்களான தூண்கள், பீடங்கள் சடப் பளுவையும் சுமத்தப்படும் பளுவையும் தாங்குகின்றன. இவற்றின் அதிகமான ஒல்லி விகிதம் 180 என மதிப்பிடப் பட்டுள்ளது.

(ஆ) காற்றுப்பளு, பூகம்ப விசைகள் இவற்றை ஏற்பதற் காக மட்டுமே நிலை நிறுத்தப்படும் குறுந்தடிகள், கம்புகள் இவற்றின் அதிக அளவு ஒல்லி விகிதம் 250 என்று குறிக்கப் பட்டுள்ளது.

(இ) இழுப்பை முக்கியமாகத் தாங்கி, சில வேளைகளில் மட்டுமே அமுக்கத்தைத் தாங்கும் தூலக்கட்டுகளின் சட்டங்கள் 350 வரை ஒல்லி விகிதம் பெற்றிருக்கலாம்.

6.1.3 தூலக் கட்டுகளின் சட்டங்களுக்கான ஒல்லி விகிதம்

தூலக்கட்டுகளின் அதிக நீளமில்லாத அமுக்க விசை தாங்கும் சட்டங்களைக் குறுந்தடிகள் என்று குறிப்பிடுகிறார் கள். இந்தக் குறுந்தடிகளுக்கான செயல்படு நீளம் அது ஒரு சட்டத்தால் ஆக்கப்படாததன்றி இரண்டு . சட்டங்களால்

ஆக்கப்பட்டதா என்பதையும், நுனிகள் மரையாணிகளால் அல்லது பற்றவைப்பினால் எவ்வாறு பிணைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதையும் பொறுத்து மாறுகிறது. தூலக்கட்டுச் சட்டங்களின் செயல்படு நீளம் கணக்கீட்டிற்கான சில பொது விதிகளைக் காண்போம்.

தொடராத ஒற்றைச் சட்டம் இரு நுனிகளிலும் ஒற்றை அறையாணி அல்லது மரையாணியால் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அதன் செயல்படு நீளம் துளைகளின் மையங்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியாகும். சட்டத்தின் குறைந்த சடத்துவ ஆரத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவின் எண்பது விழுக்காட்டைப் பயன்படும் தகைவாகக் கொள்ளவேண்டும்.

இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட மரையாணிகளால் பிணைக்கப்பட்ட தொடராத ஒற்றைச் சட்டத்தின் செயல்படு நீளம் 0.85 × பிணைப்புகளின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் ஆகும்.

தொடர் சட்டங்களின் செயல்படு நீளம் 0.7 × பிணைப்புகளின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் என்ற அளவாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டுகள்

எடுத்துக்காட்டு 1

ஓர் ஒற்றை ட சட்டம் இரு நுனிகளிலும் முறையே ஒற்றை மரையானியால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. மரையாணிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 3 m சட்டம் 50KN பளுவைத் தாங்குமாறு அதன் வடிவத்தைக் கணக்கிட்டுக் காண்க.

ISA 100 × 100 × 6

சட்டத்தைப் பொருத்தமானதாக எண்ணுவோம்

பரப்பு (A) $= 116.7\ mm^2$

$\gamma = 19.5\ mm$

சட்டத்தின் நீளம் 3 m = 3000 mm

ஒல்லி விகிதம் $\frac{l}{\gamma} = \frac{3000}{19.5} = 131$

எண் 6.1 அட்டவணைப்படி அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு
$= 71.2\ N/mm^2$

ஒற்றைச் சட்டத்திற்கான தகைவு இதில் 80% $= 71.2 \times 0.8$
$= 57\ N/mm^2$

சட்டம் தாங்கும் பளு $= \frac{57 \times 116.7}{1000}$

$= 66.4\ KN > 50\ KN$

எனவே சட்டம் பொருத்தமானது

எடுத்துக்காட்டு 2

இரண்டு நுனிகளிலும் உறுதியாகப் பதிக்கப்பெற்ற தூணின் வடிவக் கணிப்பைக் காண்க. தூண் 190 KN பளுவைத் தாங்க வேண்டும். தூணின் உயரம் 4 m.

பளு $= 200\ KN = 200 \times 10^3$

MB 200-ஐத் தேர்ந்தெடுக்கவும்

பரப்பு (A) $= 3253\ mm^2$

குறைந்த சடத்துவ ஆரம் $\gamma = 21.5\ mm$

ஒல்லி விகிதம் $= \frac{0.67 \times 4000}{21.5} = 125$

ஒல்லி விகிதத்திற்கான தகைவு (அட்டவணை 6.1)

$P_c = 60.5\ N/mm^2$

பளுதாங்கு திறன் $= \frac{60.5 \times 3253}{1000} = 196$ KN > 190 KN

எனவே பொருத்தமானது

எடுத்துக்காட்டு 3

ஒரு பிணைத் தகட்டின் இரு பக்கங்களிலும் சேர்க்கப்பட்ட இரட்டை L சட்டத்தை 500 KN பளு தாங்குமாறு கணக்கிடுக. இரட்டை ஆணிகளால் நுனிகள் இணைக்கப் பட்டுள்ள சட்டத்தின் நீளம் 3 m.

இரட்டை ISA 65 × 65 × 6 சட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுப்போம். (படம் 6.5). இந்த அங்கத்தில் முதுகுக்கு முதுகு L சட்டங்கள் பொருத்தப்படட்டும்.

பரப்பு $A = 2 \times 744 = 1488$ mm²

$y = 19.9$ mm

ஒல்லி விகிதம் $= \frac{0.85 \times 3000}{19.9} = 128$

தகைவு (pc) $= 58.4$ N/mm²

பளு தாங்கு திறன் $= 1488 \times 58.4/1000 = 869$ KN

எனவே பொருத்தமானது.

இந்த இரட்டை L சட்டங்கள் ஒரே அங்கமாகச் செயல் பட இடை இடையே சட்டங்கள் அறையாணி மரையாணி களால் சேர்க்கப்பட வேண்டும். இந்த ஆணிகளுக்குத் தைப்பு ஆணிகள் (Stich rivets) எனப் பெயர். ஆணிகளின் இடைவெளி 1 மீட்டர் தூரத்திற்கு மேற்படக் கூடாது. தனிச் சட்டத்தின் இடைவெளியைப் பொருத்த ஒல்லி விகிதம் 40 அல்லது 0.6 × சேர்க்கப்பட்ட அங்கத்தின் ஒல்லி விகிதம் இவற்றைவிடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

தனிச் சட்டத்தின் குறைந்த சடத்துவ ஆரம் = 12.6

தனிச் சட்டத்தின் ஒல்லிவிகிதம் = 40 அல்லது
$0.6 \times 128 = 76.8$

குறைந்த அளவு 40-ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

இடைவெளித் தூரம் = $40 \times 12.6 \doteq 504$ mm

தைப்பு ஆணிகள் 500 mm இடைவெளியில் பொருத்தப் பட்டும்.

6.2 கட்டுவித்த தூண்கள்

ஒற்றை ட சட்டமோ, ப சட்டமோ குறைந்த சடத்துவ ஆரம் கொண்டு அதிக ஒல்லி விகிதம் பெறுகின்றன. குறைந்த தகைவுகள் சட்டங்களின் பளுதாங்கு திறனைப்பெரிதும் குறைத்து விடுகின்றன. தவிர, உருட்டு வகை உத்திரங்களின் வடிவமும் அளவும் குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் உருட்ட முடியாமல் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, எங்கெங்குத் தனிச் சட்டம் சீரான அமுக்கப் பளுதாங்கும் அங்கமாகப் பொருந்த வில்லையோ அங்குக் கட்டுவிக்கப்பட்ட சட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கட்டுவித்த சட்டங்கள் கீழ்க்காணும் காரணங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(1) தனிச் சட்டத்தால் கொடுக்க இயலாத அதிகப் பரப்பைப் பெறுவதற்காக.

(2) தனி அளவு, தனி வடிவம் இவை பெற்ற வடிவங் களைப் பெறுவதற்காக.

(3) இரண்டு திசைகளுக்கும் ஒரளவு சமமான சடத்துவ ஆரம் கொண்ட சட்டங்களை அமைக்கத் தேவைப் படும் உருட்டுச் சட்டம் கிடைக்காதிருக்கும்போது.

சில கட்டுவித்த சட்—வடிவங்களும் அவற்றின் இயல்பு களும் கீழ்க்காணுமாறு அட்டவணை கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. இந்தக் கட்டுவித்த வடிவங்களுக்கான தோராயமான சடத்துவ ஆரங்களும் உடன் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 6.4

அ **இரட்டை 'ட' கள்**

தூலக்கட்டுக்களின் முக்கியச் சட்டங்களாகப் படுகின்றன. ஒரு மூலைப் பலகையால் மட்டும் சேர்க்கப்பட்டால் மலிவானவை இடைவெளிகளில் மரையாணிகளால் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஒரே அளவு ஆரம் பெற அசம 'ட'க்கள் சிறந்தவை.

ஆ **மற்றவகை இரட்டை 'ட'**

ஒரு தளத்தில் அதிக வலிமை கொண்டது; இரண்டு மூலைத் தகடுகள் தேவை. கூட, பின்னல் சேர்க்கை அல்லது துண்டுத் தகடுகள் இணைப்பு தேவை

இ **நட்சத்திர 'ட' இணைப்பு**

அதிகச் சடத்துவ ஆரம் கொண்டவை, எளிதில் கட்டுவிக்க முடிபவை; ஒரு தளத் தூலக்கட்டுகளுக்கானவை.

ஈ **'ட' பெட்டிகள் (இரட்டை 'ட')**

பற்ற வைப்பினால் கட்டுவிக்கப்பட்ட இந்தப் பெட்டகச் சட்டங்கள் அதிகச் சுழல் திருப்புவிசை காப்பு வண்ணயும் சடத்துவ ஆரமும் கொண்டவை இரு திசை சடத்துவ ஆரமும் சமமானவை.

உ **'I' வகை ட சட்டங்கள்**

உருக்கு உத்திரங்களுக்குப் பயன்படத் தகுந்தவை (1)-இல் கண்டபடி பின்னல் கொண்டோ (2)-இல் கண்டபடி குருத்துத் தகடாலோ நான்கு 'ட' சட்டங்களும் ஒருங்கே செயல்பட இணைக்கப் பட்டவை.

ஊ **ட பெட்டிகள் (நான்கு 'ட' கள்)**

அதிகச் சடத்துவ ஆரம் பெற 'ட' சட்டங்கள் ஒரு பெட்டகத்தின் மூலைகளில் அமைக்கப்படுகின்றன

அதிக அளவு பின்னல் கம்பிகள் தேவைப்படு கின்றன. எனவே, நீண்ட குறைந்த பளுதாங்கும் தூண்களுக்குச் சிறந்தவை.

எ **முதுக்கு முதுகான 'ப' சட்டங்கள்**

அதிகப் பயனுள்ளவை எனக் குறிப்பிட இயலாத ஒரு திசையில் குறைந்த சடத்துவ ஆரம் கொண்ட அமைப்புகள்

ஏ **இடைவெளி கொண்ட 'ப' சட்டங்கள்**

அமுக்க அங்கங்களுக்கான நல்ல வடிவம் இது வாகும். ஒரே அளவு நடத்துவ ஆரம் பெற இடை வெளியின் அளவை மாற்ற முடியும்.

ஐ **இடைவெளி கொண்ட 'ப' பெட்டகங்கள்**

இவை அதிக அளவு சடத்துவ் ஆரமும் சுழல் திருப்பு விசைக்காப்பும்,வலிமையும் கொண்டவை.

அதிகப் பரப்புப் பெற பின்னல் கம்பிகளுக்கும் பதிலாகத் தகடுகளைப் பயன்படுத்தலாம். அவ் வகை அமைப்புகளை இதில் காணலாம்.

பற்ற வைத்துக் கட்டுவித்து அமைத்த சில வடிவங்களைப் படத்தில் (எண் 6.6) காணலாம்.

6.2.1 பின்னல கட்டு, துண்டுப் பலகைக் கட்டு (Lacings & battens)

இரண்டு சட்டங்களைச் சேர்த்து ஓர் அங்கமாகப் பிணைக்கத் தொடர் பின்னல்களையோ, இடைக் கட்டை களையோ பயன்படுத்தலாம். பிணைக்கப்பட்ட சட்டங்கள் ஒருங்கே செயலாற்றி, பளு தாங்க வேண்டும் என்ற காரணமே இவ்வகையான பிணைப்பின் நோக்கம் ஆகும். இவை தனித் தனிச் சட்டங்களுக்கு உறுதியை அளித்து பிணைத்துப் பெறப் பட்ட தூணுக்கு வலிமையைக் கொடுக்கின்றன, பிணைக்கப் படும் சட்டங்கள் பிணைப்புகளுக்கு இடையே நெளியாமல்

இருக்கும் வண்ணம் இடைக் கட்டைகள் அல்லது பின்னல் களின் இடைவெளி இருக்க வேண்டும்.

இடைக் கட்டைகளும், பின்னல்களும் இரு சட்டங்களைப் பிணைக்கும் போது செயல்படும் வளைப்பு, நறுக்குத் தகைவு இவற்றை ஏற்கும் வண்ணம் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும்.

இந்த வடிவமைப்புக் கணக்கீட்டிற்கான சில விதிகளைக் காண்போம்.

6.2.2 பின்னல்கள் பெற்ற தூண்கள்

இரண்டு சட்டங்களைப் பிணைக்கப் பயன்படும் சில பின்னல் வகைகளைப் படத்தில் காணலாம்.
பின்னல்கள் கொண்டு பிணைப்பதற்கான விதிகள்:

(1) xx அச்சு பற்றிய சடத்துவ ஆரத்தைவிட yy அச்சு பற்றிய ஆரம் அதிகம் இருக்கும் வண்ணம் பிணைபடும் இரு சட்டங்களின் இடைவெளி அமைக்கப் படல் வேண்டும்.

(2) பின்னலின் வடிவம் தூணின் முழு உயரத்திற்கும் ஒரே மாதிரியான அமைப்புக் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

(3) அமுக்க விசை தாங்கும் அங்கங்களின் பின்னல்கள் தூணின் பளுவில் 2½ கிடை நறுக்கு விசை தாங்குமாறு அமைக்கப்பட வேண்டும். இந்த விசையை இணை தளங்களில் உள்ள எல்லாப் பின்னல்களும் சமமாகப் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. தூண் அச்சுப் பளுவோடு, வளைப்பையும் தாங்க வேண்டிவரின், பின்னல்கள் வளைப்பினால் நிகழக்கூடிய நறுக்கு விசையையும் தாங்குமாறு அமைக்கப்பட வேண்டும்.

(4) பின்னல்களுக்கான கம்பிகளின் ஒல்லி விகிதம் 145-இற்கு அதிகப்படாமல் இருக்கவேண்டும். கம்பியின் இரு நுனிகளின் பற்ற வைப்புக்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் செயல்படு தூரம் ஆகிறது.

(5) பின்னலுக்குப் பயன்படும் தண்டின் குறைந்த அகலம் சேர்ப்பதற்குப் பயன்படும் அறையாணியின் விட்டத்தின் மூன்று மடங்குக்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

(6) ஒற்றைப் பின்னலின் தண்டின் பருமன் 1/40 × செயல்படு நீளம் என்ற அளவிற்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இரட்டைப் பின்னலுக்கான இந்தப் பருமன் 1/60 × செயல்படு நீளம் ஆகும் தண்டுகளின் சாய்வு 40-இற்கு அதிகமாகவும் 70- இற்கு குறைந்தும் இருக்க வேண்டும்.

(7) கட்டுவித்த தூணின் குறைந்த ஒல்லி விகிதத்தின் 0.7 மடங்குக்கு அதிகமாக அங்கச் சட்டங்களின் ஒல்லி விகிதம் இருக்கும் வண்ணம் பின்னல் தண்டுகளின் இடைவெளி இருக்க வேண்டும். மற்றும் தனிச் சட்டத்தின் ஒல்லி விகிதம் 50-இற்கு அதிகமாக இருக்க அனுமதிக்கப்படக் கூடாது.

(8) பின்னல்களின் தண்டுகள் அங்கச் சட்டங்களின் மேல் பரவியுள்ள தூரம் தண்டின் பருமன் நான்கு மடங்கு தூரத்திற்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். சேர்க்கப்படும் தண்டு முழு நீளத்திற்கும் வட்டில் பற்ற வைப்பால் பிணைக்கப்பட வேண்டும்.

(9) தூண்களின் இறுதியில் கடைத் தகடுகள் பொருத்தப்பட வேண்டும். இவை இடைக் கட்டைப் பிணைப்பிற்கான விதிகளின்படி வடிவமைக்கப்படவேண்டும்.

இந்த விதிகள் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு 4

ஒரு பின்னல் கொண்டு கட்டுவித்த தூண் இரண்டு 'ப' சட்டங்களைக் கொண்டது. பளு 600 KN தூணின் இயற்கை உயரம் $l = 3$m செயல்படு உயரம்

$$I_{xx} = 0.7\ l$$
$$I_{yy} = 1.0\ l$$

தூண், பின்னல் இவற்றின் வடிவைக் கணக்கிடுக.

இரண்டு MC 200 × 75. 22.2 kg/m பெற்ற சட்டத்தை எண்ணுவோம்.

பரப்பு A = 2828 mm^2

$r_{xx} = 80.3mm$

$r_{yy} = 22.3$ mm

$I_{xx} = 1825 \times 10^4$ mm^4

$I_{yy} = 140.4 \times 10^4$ mm^4

$l_x = 0.7 \times 8000$

$r_x = 80.3$

ஒல்லி விகிதம் $\frac{l_x}{\gamma_x} = \frac{0.7 \times 8000}{80.3} = 70$

அனுமதிக்கப் பட்ட தகைவு அட்டவணையிலிருந்து

$p_c = 112$ N/mm^2

பாதுகாப்பான பளு $P_c = \frac{112 \times 2 \times 2828}{1000}$

$= 633$ KN > 600 KN

எனவே தகுதியானது

தேவைப்படும் $\lambda Y = \frac{ly}{70} = \frac{8000}{70} = 114.3mm$

இரு 'ப' சட்டங்களுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி b = 300mm c என எண்ணுவோம்.

$$I_{yy} = 2 \times 140 \times 10^4 + 2 \times 2828 \times (150-21.8)^2$$
$$= 95.75 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\gamma_y = \left[\frac{95.75 \times 10^6}{2.2828}\right]^{\frac{1}{2}} = 130$$

எனவே இடைவெளி போதுமானது.

பின்னல் வடிவம்

சாய்வு: 45° சாய்வில் தண்டுகள் அமைக்கப்படட்டும்.
அமைப்பு: ஒற்றைப் பின்னலாகப் படத்தில் கண்டபடி (எண். 6.9)

ஒற்றைச் சட்டத்தின் தேவைப்படும் ஒல்லிவிகிதம்: 50 அல்லது 0.7×70

$= 50$ அல்லது 49

ஒற்றைச் சட்டத்தின் ஒல்லிவிகிதம் $\frac{500}{22.3} = 22.3 < 50$

எனவே சரியானது.

250 mm இடைவெளியில் தண்டுகள் அமைக்கப்பட்டால்

தண்டின் நீளம் $= 250 \times \sqrt{2} = 354$mm

தண்டின் பருமன் $= \frac{\text{தண்டின் நீளம்}}{40}$

$= \frac{354}{40}$ Ω 10 mm

4×10 தட்டையைப் பயன்படுத்தலாம்.

தண்டின் சடத்துவ ஆரம் $\gamma = \sqrt{\frac{t}{12}} = \sqrt{\frac{10}{12}} \simeq 2.89$mm

தண்டின் ஒல்லி விகிதம் $\simeq \frac{354}{2.89} = 21$

இது தேவையான ஒல்லி விகிதமான 145-இற்குக் குறைவானது தண்டின் ஒல்லி விகிதமான 123-இற்குரிய அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு

(அட்டவணையிலிருந்து) $\simeq 62$ N/mm²

தண்டின் பளுதாங்கு திறன் $= \frac{62 \times 40 \times 10}{10^3}$

$= 25$ KN

தண்டின் மேல் சுமத்தப்படும் பளு $= \frac{1}{2} \times \frac{2.5}{100} \times \frac{600 \times 1}{\cos 45^\circ}$

$= 10.6$ KN

எனவே தண்டின் அளவு சரியானது

பற்ற வைப்பு நீளம் $= 4 \times 10 = 40$ mm

இருபுறம் 40 mm பற்ற வைப்பு நீளம் கொண்ட 6 mm பாதம் கொண்ட பற்ற வைப்பின் வலு

$$= \frac{2 \times 4 \times 43}{100} = 33.4 \text{ KN}$$

எனவே பொருத்தமானது.

6.2.3 இடைக்கட்டை பெற்ற தூண்கள் (Battened columns)

இடைக்கட்டைகளைக் கொண்டு தனித்தனிச் சட்டங்களை ஒன்றிணைப்பதின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

(அ) இணைக்கப்படும் இரு பகுதிகளும் ஒரே மாதிரியான வடிவம் பெற்றிருப்பது நல்லது. முதலும் கடையுமான கட்டைகள் இரு பக்கங்களிலும் எதிர் எதிராக இருக்க வேண்டும். இடையிலுள்ள கட்டைகள் தூணை மூன்றுக்கும் குறையாத பகுதிகளாகப் பிரிக்க வேண்டும்.

(ஆ) XX அச்சைப் பற்றிக் கணக்கிடப்படும் ஒல்லி விகிதத்தின் 0.8 மடங்கேனும் ஒல்லி விகிதம் yy அச்சைப் பற்றி இருக்க வேண்டும். கட்டைகளின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தனிச்சட்டத்தின் ஒல்லி விகிதம் 50-இற்கு

அதிகமாக இருக்கக்கூடாது. இந்த இடைவெளியில் தனித் தூணின் ஒல்லிவிகிதம் கட்டுவித்த அமைப்பின் ஒல்லி விகிதத்தின் 0.8 மடங்குக்கும் குறைவாக இருக்கக் கூடாது,

(இ) இடைக் கட்டைகள் தூணின் பளுவில் $2\frac{1}{2}$ விழுக்காடு பளுவை நறுக்கும் விசையாகத் தாங்கும் வண்ணம் அளவு பெற வேண்டும். இந்த நறுக்குப் பளுவை இணையாக உள்ள கட்டைகள் சமமாகப் பகிர்ந்து கொள்கின்றன.

(ஈ) இடைக் கட்டைகள் துண்டுத் தகடுகளாகவோ, ட அல்லது ப சட்டங்களாகவோ இருக்கலாம். கட்டைகள் முக்கியச் சட்டங்களோடு அறையாணிகளாலோ, பற்ற வைப்புக் கொண்டோ இணைக்கப்படுகின்றன.

இடைக் கட்டைகளின் அளவுகள் கீழ்க்காணும் நறுக்கையும் வளைப்பையும் ஒருங்கே தாங்குமாறு கணக்கிடப்படுகின்றன.

நறுக்கு விசை $Q = \frac{vs}{na}$

வளைப்பு விசை $M = \frac{vs}{2n}$

v = நறுக்கு விசை

$2\frac{1}{2}$ % அச்சுப் பளு

s = கட்டைகளின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம்

n = ஓர் இடத்தில் உள்ள கட்டைகளின் எண்ணிக்கை

a = பிணைப்புகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம்

(உ) ஒரு கட்டையின செயல்படு உயரம் (முதல்-கடை அறையாணி/பற்றவைப்புகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம்) சேர்ப்பிக்கப்படும் ஒரு சட்டத்தின் அகலத்தில் இரு மடங்கேனும் இருக்க வேண்டும். தவிரவும் இந்தத் தூரம் இரு சட்டங்களையும் இணைக்கும் அறையாணி/பற்றவைப்பு

இவற்றிற்கு இடையில் உள்ள இடைவெளித்தூரத்தில் (a) முக்கால் பங்குக்குக்கு அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.

(ஊ) கட்டையின் அகலத்தில் 1/50 பங்கேனும் அதன் பருமன் இருக்க வேண்டும். கட்டைகள் பற்றவைப்பால் பிணைக்கப்பட்டால் பற்றவைப்பின் நீளம் கட்டையின் உயரத்தில் பர்தியேனும் இருக்கவேண்டும். இந்தப் பற்ற வைப்பில் முக்கால் பங்கு தகட்டின் இரு பக்கங்களிலும் இருக்க வேண்டும். தவிர, பற்றவைப்பு முறைப்படி மடக்கி விடப்படவேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 6.5

இடைக் கட்டைகளால் கட்டப்பட்ட ஒரு தூண் இரண்டு MB 400 உத்திரச் சட்டங்களால் ஆனது. இவற்றின் இடையில் உள்ள தூரம் 300mm; செயல்படு உயரம் 6.5m; இந்தத் தூணின் பளுதாங்கு திறனை நிருணயிக்க. கட்டைகளின் அளவையும் இடைவெளியையும் கணக்கிடுக.

$$A = 61.6\ \text{cm}^2\ (61.6 \times 10^2\ \text{mm}^2)$$

$$\gamma x = 2.82\ \text{cm}\ (28.2\ \text{mm})$$

$$\gamma y = 16.15\ \text{cm}\ (161.5\text{mm})$$

$$Ix = 20458\ \text{cm}^4\ (20458 \times 10^4\ \text{mm}^4)$$

$$Iy = 622\ \text{cm}^4\ (622 \times 10^4\ \text{mm}^4)$$

$$I_{xx} = 2 \times 622 \times 10^4 + 2 \times 61.6 \times 10^2 \times 150^2$$

$$= 28.99 \times 10^7\ \text{mm}^4$$

$$\gamma_x = \sqrt{\frac{Ix}{A}} = \left(\frac{28.99 \times 10^7}{2 \times 61.6 \times 10^2}\right)^{\frac{1}{2}} = 153\ \text{mm}$$

$$l = 6500\ \text{mm}$$

$$\text{ஒல்லி விகிதம்} = \frac{6500}{153} = 42.5$$

P_c (அட்டவணையிலிருந்து) = 137 N/mm^2

$$P = \frac{137 \times 2 \times 61.6 \times 10^2}{10^3} KN$$

= 1687 KN

கட்டைகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி :

இடையே உள்ள சட்டத்தின் ஒல்லி விகிதம்

(i) 50

(ii) 0.8 (ஒல்லி விகிதம்)

= 0.8 × 42.5 = 34

இடைவெளி = 34 × γ_x

= 34 × 28.2

= 952

இடைவெளி 700 mm ஆக இருக்கட்டும்.

கடைக் கட்டைகள்

உயரம் (1) இரு பகுதிச் சட்டங்களின் இடைக்கு இடையே உள்ள தூரம். 300 mm

(2) சட்டம் தூணின்மேல் பரவியுள்ள அகலத்தின் இரு மடங்கு 2 × 120 = 240 mm

இவற்றில் அதிகமானது

உயரம் 300 மி.மீ. ஆகட்டும்

இடைக் கட்டைகளின் உயரம்

கடைக்கட்டைகளின் உயரத்தில் 3/4 பங்கு

= 3/4 × 300 = 225

அல்லது சட்டத்தின் அகலத்தில் இருமடங்கு

= 2 × 140 = 280, 280 mm ஆகட்டும்.

பற்ற வைப்பு

ஒரு mm அனுமானப் பருமனாகக்கொண்டு கணக்கிடப் பட்ட பற்றவைப்பின் நீளம் = 520 mm

$$\text{மையம்} = \frac{2 \times 120 \times 60}{8 \times 520} = 27.6$$

பற்ற வைப்பின் சூழல்மைச் சடத்துவம் = Ip

$$Ix = \frac{(280)^3}{12} + 2 \times 120 \times 140^2$$

$$= 6.53 \times 10^6$$

$$Iy = 2\left\{\frac{120^3}{12} + 120 \times 60\,(27.6)^2\right\} + 280 \times (27.6)^2$$

$$= 0.75 \times 10^6$$

$$Ip = Ix + Iy$$

$$= 7.28 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\text{கிடை நறுக்கு விசை} = \frac{2.5}{100} \times 1472 = 36.8 \text{ KN}$$

$$\text{குத்து நறுக்கு விசை} = \frac{36.8 \times 700}{2 \times 300}$$

$$= 46 \text{ KN}$$

$$\text{வளைப்பு விசை} = \frac{36.8 \times 700}{2 \times 2}$$

$$= 6440 \text{ KN mm}$$

பற்ற வைப்பின் மேலுள்ள விசை

$$\text{நேர் நறுக்கு விசை } (R''y) = \frac{46 \times 10^3}{520} = 88.46 \text{ N/mm}$$

வளைப்பு குத்து நறுக்கு விசை $(R'_y) = \dfrac{6440 \times 10^3 \times 93.4}{7.28 \times 10^6}$

$= 82.6$ N/mm

வளைப்பு கிடை நறுக்கு விசை $(R'_x) = \dfrac{6440 \times 10^3 \times 140}{7.28 \times 10^6}$

$= 123.8$ N/mm

மொத்த நேர் நறுக்கு $(R'_y + R''_y) = 88.46 + 82.6$

$= 171.06$ N/mm

கிடை நறுக்கு $R'_x = 123.8$ N/mm

ஒட்டு மொத்த நறுக்கு $R_e = \sqrt{123.8^2 + 171^2}$

$= 210$ N/mm

4 mm குவி பற்றவைப்பைப் பயனபடுத்தினால் பற்ற வைப்பின் வலிமை $= 0.7 \times 4 \times 105$

$= 294$ N/mm

எனவே தகுதியானது.

கட்டையின் பருமன் $= \dfrac{355}{50} = 7.01$

8 mm தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்

வடிவக்கணக்கீட்டின் சுருக்கம்

$280 \times 355 \times 8$

தகட்டை 700 mm இடைவெளியில் பயன்படுத்தவும்.

4 mm தொடர் குவி பற்றவைப்பு கொண்டு கட்டைகளை இணைக்கவும்.

6.3 தூண்களின் அடித்தகடு (Base Plates of columns)

தூண்களிலிருந்து பளுவை அடித்தளத்திற்கு மாற்ற அடித் தகடுகள் பயன்படுகின்றன. அவை பளுவின் அடர்த்தியைக் குறைத்து அவற்றை அடித்தளத்தின் புரப்பில் பரவலாக்கு கின்றன. இந்தப் பரவலாக்கப்பட்ட பளுவின் அளவு தகட்டைத் தாங்கும் கல் அல்லது கற்காரைப் பீடத்தின் (Base) தாங்கும் அளவை விடக் குறைந்து இருக்க வேண்டும்.

அடித்தகட்டின் அளவுக் கணக்கீடு, பளுத் தகட்டின் அடியில் சீராகப் பரவியிருக்கிறது என்ற அடிப்படையைக் கொண்ட தாகும். அந்த அடிப்படையில் தகட்டின் புறப்பகுதி ஒரு துருத்திய தகடு (Cantilever) போல் வளைந்து பளுவை ஏற்கிறது.

கற்காரைப் பீடத்திற்கான தாங்கு தகைவு 4 N/mm^2 ஆகவும், இரும்புத் தகட்டின் தாங்கு தகைவு 189 N/mm^2 ஆகவும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

சதுர அல்லது செவ்வக வடிவமான அடித்தகடுகளின் பருமனைக் கணக்கிட கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு பயன்படுகிறது (படம் 6.14)

$$t = \sqrt{\frac{3w}{p_p}\left(A^2 - \frac{B^2}{4}\right)}$$

t = அடித்தட்டின் பருமன்

w = அடித்தட்டின் அடியில் உள்ள அழுத்தம்

A = தூணின் வடிவ எல்லைக்கு அப்பால் உள்ள புறப்பகுதியின் அதிக அகலம்

B = புறப்பகுதியின் அடுத்த கிடையில் எல்லைக்கு அப்பால் உள்ள அகலம்

P_b = வளைப்பிற்கான காப்புத் தகைவு

வட்ட வடிவமான குழல் தூண்களுக்கான சதுர அடித் தகடுகள் அல்லது சதுர மேல் மூடித் தகடுகள் இவற்றின் பருமன் (t) கீழ்க்காணும் சமன்பாடு கொண்டு அமைகின்றன.

$$t = \sqrt{\frac{g}{16} \quad \frac{W}{P_p} \quad \frac{D}{D-d}}$$

t = தகட்டின் பருமன்

W = மொத்த அச்சுப்பளு

D = சதுரத் தகட்டின் அகலம்

P_b = அனுமதிக்கப்படும் தாங்கு தகைவு

d = குழலின் விட்டம்

எடுத்துக்காட்டு 6.6

ISHB 250, 650 KN எடையை அச்சுப் பளுவாகத் தாங்குகிறது. கற்காரைப் பீடத்தின் அனுமதிக்கப்பட்ட தாங்கு தகைவு $3 N/mm^2$ எனில் அடித்தகட்டின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக.

P = 650 KN

கற்காரையின் தாங்கு தகைவு $= 3\ N/mm^2$

தட்டின் தேவையான பரப்பு $= \frac{650 \times 10^3}{3}$

$= 216700\ mm^2$

600 × 400 தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்

தகட்டின் பருமன்

A = 175

B = 75

$$w = \frac{650 \times 10^3}{400 \times 600} \simeq 2.7\ N/mm^2$$

$$t = \sqrt{\frac{3 \times w}{p \times pb}\left(A^2 - \frac{B^2}{4}\right)}$$

$$t = \sqrt{\frac{3 \times 2.7}{189}\left(175^2 - \frac{75^2}{4}\right)} = 32.7\text{mm}$$

40 பருமனுள்ள தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்.

இணைப்பு

தூண் அச்சுப்பளுவை மட்டும் தாங்குவதால் தூணையும் அடித்தட்டையும் பெயரளவுக்காக 4 முதல் எட்டு 16 அறையாணிகளைத் தூணின் இரு பட்டையங்களிலும் பொருத்தவும்

6.4 புதைத்த தூண்கள் (Encased Columns)

இரும்புத் தூண்கள் (1) அதன் பளு தாங்கும் தன்மையைக் கலப்புச் செயல் திறனால் அதிகரிக்கும் பொருட்டும் (2) நெருப்பிலிருந்து காக்கும் பொருட்டும், கற்காரையினுள் புதைக்கப்படுகின்றன.

கற்காரையில் புதைக்கப்பட்ட தூணின் வடிவக் கணக்கீட்டிற்கான எட்டு விதிகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன:

1. இரும்புச் சட்டங்கள் சீர்மை கொண்டிருக்க வேண்டும்.

2. சட்டங்களின் மொத்த அளவு 750 mm × 450 mm அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கக் கூடாது.

3. தூண் வண்ணம் பூசப்படாமல், 15 N/mm² வலுக் கொண்ட கற்காரையால் மூடப்படவேண்டும்.

4. கற்காரை மூடலின் (Cover) பருமன் (b + 100) mm. b, என்பது தூணின் பட்டையத்தின் (flange) அகலம்.

5. இரும்புத் தூணின் முனைகளும், பரப்பும் 50 mm கற்காரை மூடப்பெற்றிருக்க வேண்டும்.

6. கற்காரைச் சுற்று நான்கு இரும்புக் கம்பிகளால் வலுவூட்டப்பட்டிருக்க வேண்டும். நீண்ட கம்பிக்கும் 5 mm-இற்குக் குறையாத கிடை வளையங்களும் அமைக்கப்பட வேண்டும். இடை வளையங்களின் கிடைத்தூரம் 150 mm-இற்கு அதிகமாக இருக்கக்கூடாது.

7. குருத்துக்கு இணையாக அச்சைப் பற்றிய புதை தூணின் சடத்துவ ஆரம் = 0.2 (b + 100) mm என எண்ணிக் கொள்ளலாம். b : தூணின் பட்டையத்தின் அகலம் (mm) மற்ற அச்சு பற்றிய சடத்துவ ஆரம், இரும்பு உத்திரத்தின் சடத்துவ ஆரமே ஆகும்.

8. புதை தூணின் அச்சுப் பளு, புதைபடாத தூணின் அச்சுப்பளு தாங்கு திறனின் இரண்டு மடங்குக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. புதைபடாத தூணின் ஒல்லி விகிதம் 250-இற்கு அதிகமாக இருக்கக்கூடாது.

எடுத்துக்காட்டு 6.7

MB 400 கற்காரையில் புதையுண்டு 50 mm மூடல் பெற்றுள்ளது தூணின் நீளம் 4500 mm எனில், தூணின் மேல் சுமத்தப்படும் பாதுகாப்பான பளுவை நிருணயிக்க.

MB 400 பற்றிய விவரங்கள்

அகலம் = 140 mm

பரப்பு = 78.46 cm^2 (78.46 × 10^2 mm^2)

γxx = 16.15cm (161.5 mm)

γyy = 2.82 cm (28.2 mm)

$$\text{ஒல்லி விகிதம்} = \frac{4500}{28.2}$$

$$= 160 < 250$$

அடுத்த அச்சு பற்றிய ஒல்லி விகிதம்

$$= \frac{4500}{0.2\,(14 + 1000)}$$

$$= 94$$

fc (புதையுறாத தூண்) $= 42.3\ N/mm^2$

fc (புதையுண்ட தூண்) $= 89.3\ N/mm^2$

கற்காரையின் பரப்பு $= 500 \times 240 - 7846$

$= 112150\ mm^2$

கற்காரையில் அனுமதிக்கப்படும்

தகைவு $= 4\ N/mm^2$

புதைத்த தூணின் பளு தாங்குதிறன்

$$= \frac{7846 \times 89.3 + 112150 \times 4}{10^3}$$

$= 1149\ KN$

புதையுறாத தூணின் பளு

பரப்பு $= 7846\ mm^2$

ஒல்லி விகிதம் $= 160$

fc $= 41\ N/mm^2$

$$P = \frac{41 \times 7846}{103} = 321\ KN$$

புதையுறாத் தூணின் இருமடங்கு பளுதாங்கு திறன் $= 642$ KN

$1149\ KN > 642\ KN$

எனவே புதையுண்ட தூணின் பளுதாங்கு திறன் $= 664$ KN

6.5 அச்சிலிருந்து விலகிய பளுவை ஏற்கும் தூண்கள்

வழக்கத்தில் உள்ள பெரும்பாலான தூண்கள் அச்சிலிருந்து விலகிய பளுவை ஏற்கின்றன. வேறு விதமாகச் சொன்னால் அச்சுப்பளுவையும் வளைப்பையும் தாங்குகின்றன.

கணக்கீட்டிற்கான எண்கள்

1. பளு வகைகள்

வளைப்பையும் அச்சுப்பளுவையும் ஒருங்கே விளைவிக்கும் பலவகைக் கட்டுமானங்களைப் படத்தில் காணலாம். (படம் 6.17)

தள உத்திரங்கள் (Floor beams) தூணின் மையத்திலிருந்து விலகி அமர்தல், காற்றின் கிடைப்பளு, உயரப்பாரம் தூக்கிகளின் (Cranes) முன் நகர்வு இவை தூண்களின் வளைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. திடக்கட்டுமான இணைப்பு (Fixed Joints) கொண்ட சட்டகங்களின் (Frames) தூண்களும் விட்டங்களும் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன: அவற்றின் தூண்கள் அச்சுப்பளுவையும் வளைப்பையும் ஒருங்கே தாங்குகின்றன.

2. அச்சுப்பளு மற்றும் வளைப்பினால் விளையும் தகைவுகள்

அச்சுப் பளு P-இன் வளைப்பு திருப்பு விசை M ஒரு சட்டத்தின் வெட்டுப்பரப்பில் தாங்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். (படம் 6.18) இதையே அச்சுப்பளு 'p' 'e' தூரம் அச்சிலிருந்து பெயர்ந்து செயல்படுவதாகக் கொள்ளலாம். இந்தப்பெயர்ச்சி (eccentricity) $e = M/P$ ஆகும்.

6.5. விலகிய பளு தாங்குதூண்கள்

கட்டடத் தூண்கள், பாரந்தாங்கி இணைக்கப்பட்ட தூண்கள் காற்றுப்பளு சாடும் பக்கவாட்டுத் தூண்கள், பாரம் தூக்கி நகர் உத்திரம் (Gantry girder) தாங்கும் தூண்கள், காவடிச் சட்டகத்தின் (Portal frame) தூண்கள் இவை அமுக்க விசையையும் வளைப்பு விசையையும் ஒருங்கே பெறும் கட்டுமானங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும் (படம் 6.17)

வளைப்பும், அமுக்கமும் பெற்ற தூண்களின் கணக்கீடு: தூண் XX அச்சைச் சுற்றி வளைந்தும், அமுக்கப் பளு Pஐத் தாங்கியும் செயல்படுவதாகக் கொள்வோம். (படம் 6.18) தூண் $M_x = Pe$ என்ற வளைப்பு விசைக்கு ஆளாகிறது.

தூண் கீழ்க்காணும் வெட்டுப் பரப்பு இயல்புகளைப் பெற்றதாக எண்ணுவோம்.

X அச்சின்பால் வடிவத்தின் குணகம் $= Z_x$

தூணின் அச்சு வழிப் பளுவுக்கு P_c என்ற தகைவும்
வளைப்புக்காக P_{bc} என்ற தகைவும் அனுமதிக்கப்படுகின்றன.

அச்சு வழித் தகைவு $f_c = P/A$

வளைப்புத் தகைவு $f_{bc} = \frac{M}{Z_x}$

ஒட்டு மொத்தத் தகைவு கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டைச் சார்ந்து இருக்க வேண்டும்.

$$\frac{f_c}{P_c} + \frac{f_{bc}}{P_{bc}} < 1$$

P_c-இன் அளவுகள் தூணின் ஒல்லி விகிதத்தைச் சார்ந்தவை அட்டவணை எண் 6.1-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சட்டத்தின் செயல்படு நீளத்தைச் சார்ந்த P_{bc}-இன் அளவுகள் அட்டவணை 7.1-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இருவழி வளைப்பு (Biaxial bending) விளையும் சட்டங்களில் சாடும் தகைவு (f_{bc}) இரண்டு திசைகளிலும் கணக்கிடப்படும் வளைப்புத் தகைவின் கூட்டுத் தொகையாக அமைகிறது.

$$f_{bc} = \frac{M_x}{Z_x} + \frac{M_y}{Z_y}$$

M_x, M_y x, y அச்சுகளின் பால் முறையே நிகழும் வளைப்பு திருப்பு விசைகள்

Z_x Z_y x, y அச்சுகளின் பேரில் முறையே உள்ள வடிவக் குணகங்கள்.

எடுத்துக்காட்டு 6.8

MB 250 உருட்டுச் சட்டத்தாலான ஒரு தூண் XX அச்சிலிருந்து 45 mm மைய விலகல் கொண்ட ஒரு பளுவைத் தாங்குகிறது. தூணின் செயல்படு உயரம் 3.00 m எனில், பளுவின் அனுமதிக்கப்படும் அளவை நிருணயிக்க

சட்டத்தின் விவரங்கள்

பரப்பு	A	$= 47.55\ cm^2$
வடிவக் குணகம்	Z_x	$= 410.5\ cm^3$

$\gamma_y \quad = 2.65$ cm

செயல்படு உயரம் 3.00 m

ஒல்லி விகிதம் $\dfrac{l}{\gamma_x} = \dfrac{300}{2.65} = 113$

தூணாகச் செயல்பட அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு
(p_c) (அட்டவணை 6.1) $= 69$ N/mm²

உத்திரமாக, 3 m துறைத் தூரத்திற்கு அனுமதிக்கப்பட்ட
தகைவு (p_{bc}) (அட்டவணை 7.1)158.2 N/mm²

$$\frac{p}{t} = 20 \quad \frac{l}{r} = \frac{300}{2.65} = 113$$

D = உத்திர உயரம் = 300

T = பட்டையத் திண்மை = 12.5 mm

பளு 'P' KN எனக் கொள்வோம்

அச்சுத் தகைவு $f_c = \dfrac{P \times 10^3}{47.55 \times 10^2} = 0.21\ P$

வளைப்பு தகைவு $f_{bc} = \dfrac{p_e}{Z_x} = \dfrac{P \times 10^3 \times 45}{410.5 \times 10^3} = 0.110\ P$

சமன்பாடு $\dfrac{f_c}{p_c} + \dfrac{f_{bc}}{p_{bc}} = 1$

எனவே $\dfrac{0.21P}{69} + \dfrac{0.110\ P}{123} = 1$

P = 254 KN

அனுமதிக்கப்படும் பளு 254 KN

எடுத்துக்காட்டு 6.9

படத்தில் கண்ட பளு தூக்கி உத்திரத்தைத் தாங்கும் தூண் கீழக் கண்ட இயல்புகளைக் கொண்டது. தூணின் பத்திரத்தைச் சோதிக்க (படம் 6.19).

இரட்டைத் தூணுக்கான அச்சுப்பளு = 250KN

வளைப்பு திருப்பு விசை = 75KNm

தூணின் கால்கள் MB 225 உருட்டுச் சட்டத்தால் படத்தில் காட்டிய வண்ணம் அமைந்தவை.

கணக்கீடு

2 × MB 125 கூட்டுத் தூணின் இயல்புகள்

பரப்பு $A = 2 \times 33.01 = 66.02\ cm^2$

$\gamma_x = 9.03\ cm$

$I_{yy} = 2 \times 239.5 + 2 \times 33.01 \times 25^2$

$= 41741\ cm^4$

$\gamma_{yy} = \frac{IY}{A}$

$= \sqrt{\frac{41741}{66}} = 25.1\ cm$

இரட்டைத் தூண் yy அச்சின் மேல் நெளிய ஒரு நுனியில் முழுமையாகக் கட்டுப்பாடற்றது.

நெளிய ஏதுவான உயரம் $l = 4.5m$

செயல்படு உயரம் $1.5L = 1.5 \times 4.5 = 6.75m$

ஒல்லி விகிதம் $\frac{L_x}{\gamma_x} = \frac{6750}{90.3} = 74.75$

அனுமதிக்கப்படும் தகைவு $p_c = 106.8\ N/mm^2$

கூட்டுத் தூணுக்கான அனுமதிக்கப்படும் வளைப்புத் தகைவு $pbc = 165\ N/mm^2$

அச்சுப் பளு $P = 250\ KN$

அச்சுப் பளுவின் தகைவு $\frac{P}{A} = \frac{250 \times 10^3}{2 \times 33.01 \times 10^2} = 37.9\ N/mm^2$

வளைப்பு திருப்பு விசை $M = 75 \times 10^6\ N/mm$

$Z_{yy} = 1439\ cm^3 = 1439 \times 10^3\ mm$

வளைப்பு தகைவு $= f_{bc} = \frac{M}{Z_y} = \frac{75 \times 10^6}{1439 \times 10^3}$

$= 52.1\ N/mm^2$

சமன்பாடு $\frac{f_c}{p_c} + \frac{f_{bc}}{p_{bc}} < 1$

$$\left(\frac{37.86}{106.8}\right) + \left(\frac{52}{165}\right) = 0.669 < 1$$

எனவே தூண் பத்திரமானது

6.6 அச்சு விலகிய பளு தாங்கும் தூண்களின் அடித்தகடுகள் (Base plates)

அச்சுப் பளுவும், வளைப்பும் கொண்ட தூண்களின் அடித் தகடுகளை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

(அ) தட்டின் அடி முழுவதும் அழுத்தம் கொண்ட தகடுகள்

(ஆ) தட்டின் பகுதியில் அழுத்தமும் பிடிப்பு மறையாணி களில் (anchor bolts) இழுப்பும் கொண்ட தகடுகள்.

வளைப்பு திருப்பு விசை, அச்சுப்பளு இவற்றின் விகிதத்திற்கு ஏற்ற வண்ணம் (அ) வகைத் தகடுகளோ, (ஆ) வகைத் தகடுகளோ அமைகின்றன.

6.6.1 அடி முழுவதும் அழுத்தம் கொண்ட அடித்தகடுகள்

ஒரு தூணின் அடித்தகடு பற்றிய விவரங்களும், அதன் மேல் சாடும் பளுவும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 6.20)

கீழ்க்காணும் குறியீடுகளைப் பயன்படுத்துவோம்.

W தட்டின் மேலுள்ள மொத்தப்பளு

M தட்டின் மேல் சுமத்தப்படும் திருப்பு விசை

b தட்டின் அகலம்

d தட்டின் நீளம்

e பளுவின் பெயர்ச்சி

f_{max}, f_{min} முறையே மிகுதி, குறைவு அழுத்தங்கள். இயக்கவியல் விதிகளின்படி பளு மையத்திலிருந்து $\frac{d}{6}$ (நீளத்தின் $\frac{1}{6}$ பங்கு) பெயர்ச்சி (e) பெற்றிராவிட்டால் தட்டின் அடி முழுதுவம் அழுத்தம் பெற்றிருக்கும்

A: அடித்தட்டின் பரப்பு $= bd$

Z: அடித்தட்டின் வடிவக்குணகம் $= \frac{bd^2}{6}$

கற்காரையின் மேல் உள்ள அதிக அழுத்தம்

$$f_{cmax} = \frac{P}{A} + \frac{M}{Z}$$

கற்காரையின் மேல் உள்ள குறைந்த அழுத்தம்

$$f_{cmin} = \frac{P}{A} - \frac{M}{Z}$$

தகட்டின் அடியே உள்ள அதிக அழுத்தம் (f_{cmax}) மண்ணின் தாங்கு வலுவுக்கு அதிகமாக இருக்கக்கூடாது. தகட்டின் வடிவம் செய்முறை காரணங்களுக்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படு கிறது. நீளம் 6e என்ற அளவினுக்குக் குறைவாக இருந்தால்தான் தட்டு முழுவதும் அழுத்தம் பெற்றிருக்கும். தட்டின் நீளத்தைப் பெற்றபின் அகலம், மண்ணின் வலுவுக்கு அழுத்தம் அதிகப்படக்கூடாது என்ற எண்ணம் பற்றிக் கணக்கிடப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 6.10

ஒரு தூண் 24 KN m வளைப்பு திருப்புவிசையை 375 KN அச்சுப்பளுவுடன் பெற்றுள்ளது. தூண் இரண்டு MC 200 'ப' சட்டங்களால் கட்டுவிக்கப்பட்டு 200 mm × 200 mm அளவு பெற்றது. கற்காரையின் அனுமதிக்கப்படும் தாங்கு தகைவு 4 N/mm². அடித்தகட்டின் அளவுகளையும் இணைப்பு விவரங் களையும் கணக்கிடுக.

அடித்தகட்டின் அளவு :

$$\text{பெயர்ப்பு } e = \frac{24 \times 10^6}{375 \times 10^3} = 64 \text{ mm}$$

அடித்தகட்டின் நீளம் 6 ×e அளவு இருக்குமானால் தகட்டின் அடி முழுவதும் அழுத்தம் இருக்கும். எனவே நீளம் d = 6 × e = 6 × 64 = 384 mm. தகட்டின் அகலம் கற்காரையின் அமுக்கத் தகைவு 4 N/mm² இற்கு அதிகப்படாமல் இருக்க

$$b = \frac{2P}{\sigma cc\, d} = \frac{2 \times 375 \times 10^3}{384 \times 4} = 488\text{mm}$$

ஒரு செவ்வக வடிவான 500 mm × 375 mm தகட்டைப் பயன் படுத்தலாம்.

பரப்பு $A = 500 \times 375 = 1875 \times 10^4$ mm²

வடிவக் குணகம் $= \dfrac{375 \times 500^2}{6} = 1.56 \times 10^7$ mm³

அதிகக் குறைந்த அழுத்தங்கள்

$$f_{max}, f_{min} = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

$$= \frac{375 \times 10^3}{1.875 \times 10^5} \pm \frac{24 \times 10^6}{1.56 \times 10^7}$$

$$2 \pm 1.54$$

$$= 3.54,\ 0.46\ \text{N/mm}^2$$

கற்காரை அடித்தளம் பெறும் அழுத்த மாறுபாடு படத்தில் (6.21) காட்டப்பட்டுள்ளது.

அடித்தகட்டின் பருமன்

ஒரு மி.மீ. அகலமுள்ள பட்டையைப் படத்தில் கண்டபடி கருதுவோம். (படம் 6.22)

yy என்ற அச்சு குறிக்கப்பட்ட இலக்கில் அழுத்தம்

$$= 0.46 + \frac{(3.53 - 0.46)}{500} \times 350$$

$$= 2.61\ \text{N/mm}^2$$

இணைகர வடிவான அழுத்தச் செறிவு படத்தில் காட்டியபடி பட்டையை வளைக்கிறது. இந்த வடிவத்தை இரண்டு முக்கோணங்களாகக் கருதுவோம்.

வளைப்பு திருப்பு விசை $= \dfrac{3.54 \times 150}{2} \times 100$

$$+ \frac{2.61 \times 150}{2} \times 50$$

$$= 36.33 \times 10^3 \text{ N/mm}$$

தகட்டின் வடிவக் குணகம் $= \frac{t^2}{6}$

$p_b \frac{t^2}{6} = 189 \times \frac{t^2}{6} = 36.33 \times 10^3 \quad t = 33.9 \text{ mm}$

36 mm பருமனுள்ள தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்

6.6.2 கோப்புத் தகடுகள் கொண்ட அடித்தகடுகள்

தூணிலிருந்து பளு அடித்தகட்டிற்கு மாற்றப்படுவதற்கு, அடித்தகடு-தூண் பிணைப்புகள் கோப்புத் தகடுகள் வழியாக ஏற்படுத்தப்படுவது உண்டு. கோப்புத் தகடுகளும், இடையிட்ட செதிள் தகடுகளும் (Stiffener plates) அடித்தகடு வளையும் தூரத்தைக் குறைத்து விடுவதால் குறைந்த பருமன் கொண்ட அடித்தகடுகள் போதுமானவை. தவிரவும், இந்தக் கோப்புத் தகடுகள் பிணைப்புக்கு உறுதியையும் நிலைப்பாட்டு இயல்பையும் நல்குகின்றன. கீழ்க்காணும் எடுத்துக்காட்டு, கோப்புத் தகடுகள் பெற்ற ஓர் அடித்தகட்டின் அளவுக் கணக்கீடு முறைகளை விளக்குகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 6.11

ஒரு MB 200 சட்டத்தாலான தூண் 12 KN.m வளைப்பையும் 150 KN அச்சுப்பளுவையும் ஒருங்கே தாங்குகிறது அடித்தட்டு முழுவதும் அமுக்க விசையையே பெற்றுள்ளது கற்காரையின் தாங்கு தகைவு 3 N/mm^2 (படம். 6.26).

வளைப்பு திருப்பு விசை $M = 12 \text{ KN m} = 12 \times 10^6 \text{ N.mm}$

அச்சுப்பளு P = 150 KN

பெயர்ப்பு $e = \frac{12 \times 10^6}{150 \times 10^3} = 80$

இழுவிசையைத் தவிர்க்க, தட்டின் நீளம் (d) = 6e

$= 6 \times 80 = 480$ mm

500 mm நீளமுள்ள தகட்டைப் பயன்படுத்துவோம்.

தேவையான தகட்டின் அகலம் $= \frac{2\ P}{\sigma c\ d} = \frac{2 \times 150 \times 10^3}{3 \times 500}$

$b = 200$

அதிக, குறைந்த அழுத்தங்கள் $= \frac{P}{A} \pm \frac{Pe}{Z}$

$$= \frac{P}{bd} \pm \frac{6Pe}{bd^2} = \frac{P}{bd}\left(1 \pm \frac{6e}{d}\right)$$

$$= \frac{P}{bd}\left(1 \pm \frac{6 \times 80}{500}\right)$$

$$= \frac{150 \times 10^3}{200 \times 500}\left(1 \pm \frac{6 \times 80}{500}\right)$$

$= 2.94,\ 0.06$ N/mm²

அழுத்தச் செறிவு விவரங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. AD என்ற இலக்கில் அழுத்தத் தகைவு fc

$$= 00.6 + \frac{2.88}{500} \times 350$$

$= 2.08$ N/mm

AD என்ற இலக்கில் வளைப்பு திருப்பு விசை M

$$= 200 \times \frac{150}{2} (2.08 \times 50 + 2.94 \times 100)$$

$$= 5.97 \times 10^6 \text{ N/mm}$$

ஒரு கோப்புத் தகடு தாங்கும் திருப்பு விசை M/2

$$= 2.98 \times 10^6$$

கோப்புத் தகட்டின் வடிவக் குணகம் $= \frac{t.d_1^2}{6}$

$t = 8$ mm எனவும்

$\sigma t = 165$ N/mm²

எனவும் கொண்டு $165 \times 8 \times \frac{d_1^2}{6} = 2.98 \times 10^6$

$$d_1 = 116 \text{ mm}$$

150 mm உயரமுள்ள தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்

பற்றவைப்பு

பற்றவைப்பு தூணிலிருந்து எல்லாப் பளுவையும் அடித் தகட்டிற்கு மாற்ற வல்லவையாக இருக்க வேண்டும். இந்தப் பற்றவைப்புகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பற்றவைப்பின் மேலுள்ள பளு $= \frac{150}{2} + \frac{12}{0.2} = 135$ KN

6 mm வட்டில் பற்றவைப்பைப் பயன்படுத்தினால் பற்ற வைப்பின் நீளம்

$$\frac{135 \times 10^3}{0.7 \times 6 \times 102.5} = 313$$

150 mm உயரமுள்ள கோப்புத் தகட்டைப் பயன்படுத்தினால் மொத்தப் பற்ற வைப்பின் நீளம் = 200 + 2×150 = 500mm. கோப்புத் தகட்டிற்கும் அடித்தகட்டிற்கும் இடையே உள்ள பற்றவைப்பு அடித்தகட்டின் கீழ் உள்ள அழுத்தத்தைத் தாங்கும் வண்ணம் இருக்கவேண்டும். ஒரு 1 mm அகலமுள்ள தகட்டுப் பட்டையைக் கருதி

$$\text{பற்றவைப்பின் மேலுள்ள பளு} = \frac{200 \times 2.94}{4} = 147 \text{ N}$$

3 mm தொடர் வட்டில் பற்றவைப்பை இரு கோப்புத் தகடு களின் நான்கு விளிம்புகளில் பயன்படுத்தவும்.

அடித்தகட்டின் பருமன்

ஒரு துருத்து விட்டமாக இந்தத் தகட்டைக் கருதி வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= \frac{2.94 \times 42^2}{2} = 2117 \text{ N/mm}$$

$$185 \frac{t^2}{6} = 2117$$

$$t = 8.2 \text{ mm}$$

10 mm பருமனுள்ள அடித் தகட்டைப்பயன்படுத்தவும்

6.6.3 அடித் தகட்டின் பகுதியில் அமுக்கமும் அழுத்து (பிடிப்பு) மரையாணிகளில் (Anchor bolts) இழுப்பும்

வலுவூக்கிய கற்காரை அமைப்புகளின் வடிவக் கணிப்புக்குப் பயன்படு விதிகளையே இவ்வகை அடித்தட்டுகளின் கணிப்புக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

படத்தில் (எண் 6.24) கண்ட அடித் தட்டைக் கருது வோம். குறியீடுகளுக்கான விளக்கங்கள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

σ_c: கற்காரையின் அனுமதிக்கப்பட்ட அழுக்கத் தகைவு

σ_t: இரும்பு ஆணியின் இழு தகைவு

m: $\frac{Es}{Ec}$: குணக விகிதம்:

(இரும்பின் மீள்குணகம் / கற்காரையின் மீள் குணகம்)

W : அச்சுப்பளு

M : வளைப்பு விசை

D : அடித்தகட்டின் நீளம்

b : அடித்தகட்டின் அகலம்

e : பெயர்ப்பு

x : மைய இழைக்கான தூரம்

d : அழுக்கத்தில் உள்ள விளிம்பிலிருந்து
மரையாணிக்கான தூரம்

z : அழுக்க இழுப்பு விசைகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம்

2a : மரையாணி இடைகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம்

C : கற்காரையின் மேலுள்ள அழுக்க விசை

T : மரையாணிகளின் மேலுள்ள இழு விசை

வடிவக் கணிப்புக்கான எளிய முறை

கற்காரையும், இரும்பும் தத்தம் அனுமதிக்கப்படும் தகைவுகளை ஒருங்கே எட்டுவதாகக் கொள்வோம் (படம் 6.25)

சம முக்கோண விதிப்படி

$$X = \frac{d}{1 + m\frac{\sigma c}{\sigma st}}$$

விசைகளுக்கிடையே உள்ள திருப்பு நீளம்

$$= Z = d - \frac{X}{3}$$

இழுப்பு விசைக்கு ஆளாகும் மரையாணிகளின் மையத்திலிருந்து கருதப்படும் திருப்பு விசை $M_1 = M + Wa$

கற்காரையின் மேலுள்ள அழுக்க விசை

$$C = \frac{M_1}{Z}$$

கற்காரையின் மேலுள்ள அழுக்கத் தகைவு, fc எனில்

$$C = \frac{f_c\, bx}{2}$$

fc அனுமதிக்கப்படும் அழுக்கத் தகைவுக்கு அதிகமாக இருப்பதில்லை. தகட்டின் நீளம் D ஐ முதலில் அனுமானித்துக் கொண்டு d, x, z இவற்றைக் கணக்கிடலாம். தகட்டின் நீளம் 'b', அழுக்கத் தகைவு சமன்பாடு கொண்டு நிருணயிக்கப் படுகிறது.

பிடிப்பு மரையாணிகளின் மேலுள்ள இழுவிசை

$$T = C - W$$

இந்த விசையைத் தாங்கப் போதுமான மரையாணிகள் தேர்ந் தெடுக்கப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு 6.12

ஒரு தூண் 400 KN அச்சுப்பளுவையும் காற்றினால் ஏற் படுத்தப்பட்ட 160 KN m வளைப்பையும் தாங்குகிறது. தூண் MB 450 சட்டத்தாலானது. கற்காரையின் அனுமதிக்கப்பட்ட அழுக்கம் : 4 N/mm^2

குணக விகிதம் : 18

வளைப்பு $M = 160$ KNm

அச்சுப்பளு $P = 400$ KN

$$\text{பெயர்ப்பு } e = \frac{M}{P} : \frac{160}{400} = 0.40$$

தட்டின் நீளம்-MB 450 அமைப்பு இரு பக்க விளிம்புகள் 150 mm இவற்றை முன்னிட்டு

$$l = 450 + 2 \times 150 = 750 \text{ mm}$$

என்று பயன்படுத்துவோம்

கற்காரையின் அமுக்கத் தகைவு $\sigma_{cbc} = 4$ N/mm²

காற்றுக்காக $33\frac{1}{3}$ அதிகரிக்கப்பட்ட தகைவு $= 4 \times \frac{4}{3}$

$$= 5.33 \text{ N/mm}^2$$

பிடிப்பு மரையாணியின் இழுதகைவு $= \sigma_{st} = 94.5$ N/mm²

காற்றுக்காக 25% அதிகரிக்கப்பட்ட தகைவு $= 118$ N/mm²

$$\text{எனவே நடு இழைத்தூரம் } x = \frac{d}{1 + \frac{\sigma_{st}}{m\,\sigma_{cbc}}}$$

விளிம்புகளிலிருந்து மரையாணிகளை 75 mm தள்ளி வைத்தால்

$$d = 750 - 75 = 675$$

$$m = 18$$

$$x = \frac{675}{1 + \frac{118}{\times\ 5.33}} = 302 \text{ mm}$$

விசையிடைத்தூரம் $Z = 675 - 302/3 = 574$ mm

மரையாணி அச்சிலிருந்து வளைப்பைக் கருதி

$$C \times 574 = 160 \times 10^6 + 400 \times 10^3 (375 - 75)$$

$$C = 4.8 \times 10^5 \text{ N}$$

$$C = \frac{b}{2} \times \sigma_{cbo}$$

$$\tfrac{1}{2}b\ (302)\ (5.33) = 4.8 \times 10^5 \quad b = 596 \text{ mm}$$

அகலம் 600 mm ஆகட்டும்

தூணினது விளிம்பின் அருகில் கற்காரைத் தகைவு

$$\frac{5.3}{302} \times 150 \quad = 2.6 \text{ N/ mm}^2$$

ஒரு துருத்துக் கோல் 1 mm பட்டையின் மேலுள்ள வளைப்பு

$$M = 2.6 \times 150 \times \frac{150}{2} + \frac{2.7 \times 150}{2} \times 100$$

$$= 486000 \text{ N/mm}$$

வளைப்பு எதிர்ப்புத் திறன்

$$MR = \frac{(1.33 \times 189)}{6} t^2 \qquad t = 34 \text{ mm}$$

36 mm பருமனுள்ள தகட்டைப் பயன்படுத்தலாம்

பிடிப்பு மரையாணிகளின் மேல் உள்ள

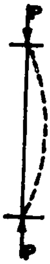
இழுவிசை $T = C - W$

$$= 4.8 \times 10^5 - 4 \times 10^5 \text{ N}$$

$$= 0.8 \times 10^5 \text{N} = 80 \text{ KN}$$

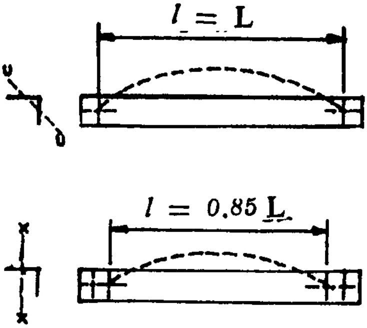
இரண்டு M 27 அளவுள்ள மரையாணிகளைப் பயன்படுத்தலாம்

அவற்றின் வலு $2 \times 459 \times 94.5 > 0.8 \times 10^5$N



6.1

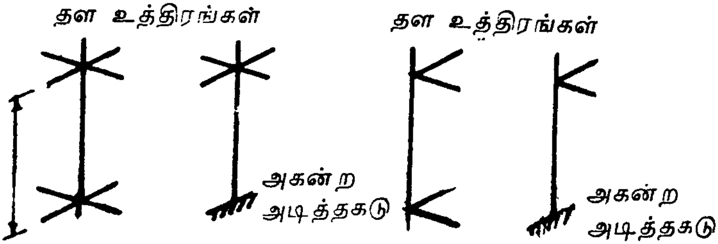
தூண்களில் நெளிவு



6.2

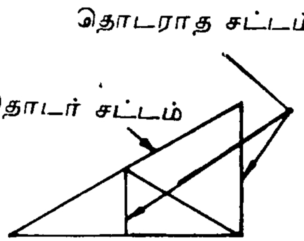
அ. ஒற்றை அறையாணி

ஆ. இரட்டை அறையாணி.

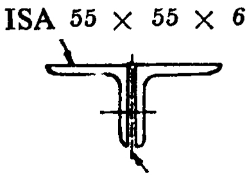


6 3

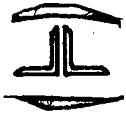
தூண்களின் செயல்படு உயரம்



6.4
தூலககட்டு
சட்ட வகைகள்



6.5
எடுத்துக்காட்டு 6·3

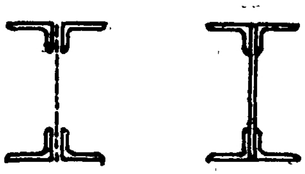


அ

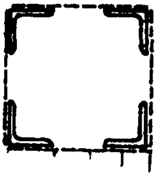
ஆ

இ

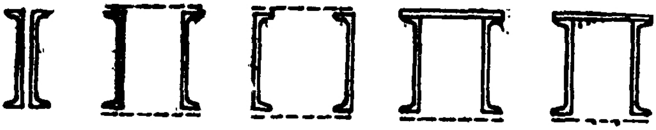
ஈ



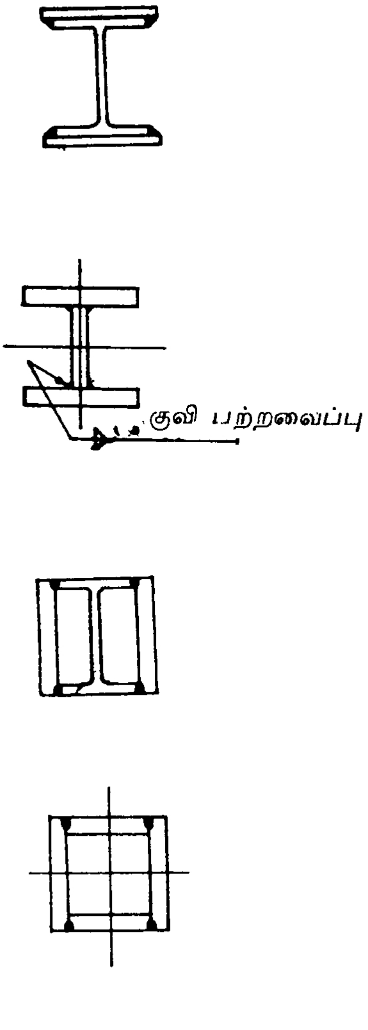
உ



ஊ

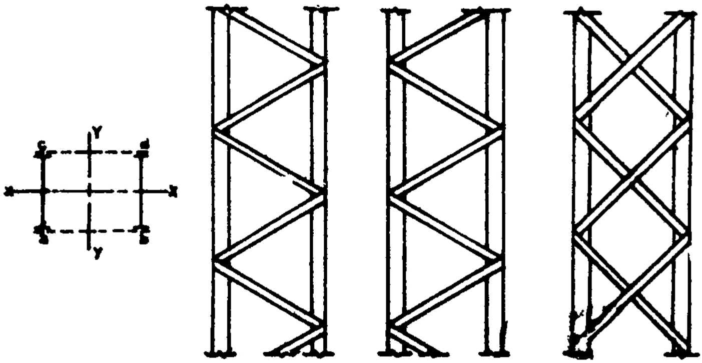


எ ஏ ஐ

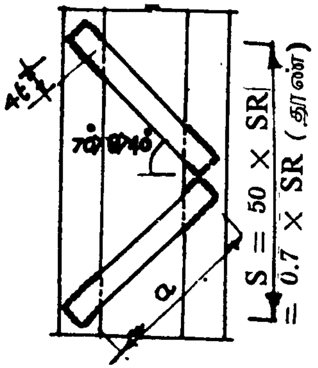


6.6

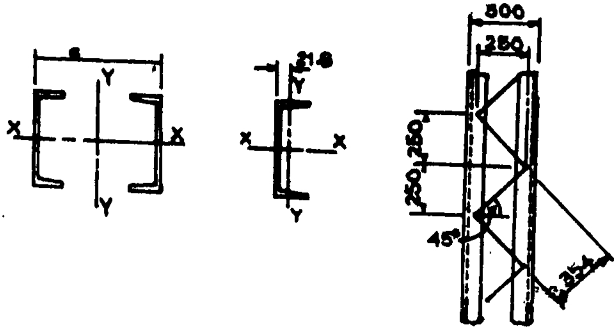
பற்றவைத்த கட்டுமான அங்கங்கள்



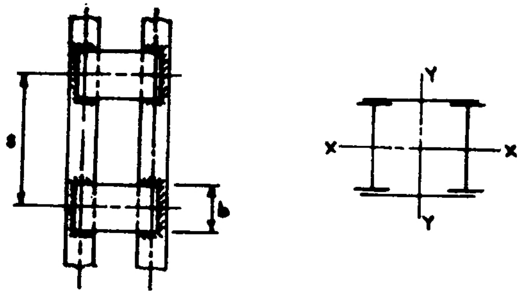
6.7 பின்னல் பிணைப்பு வகைகள்



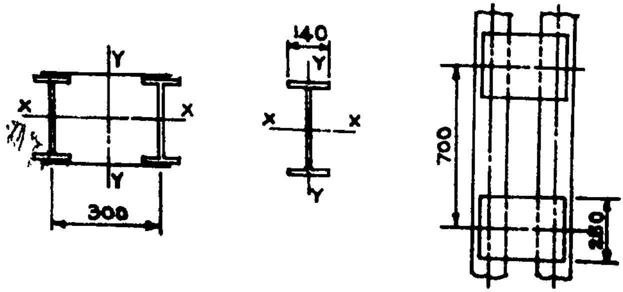
6.8 பின்னல் பிணைப்பு சில விதிகள்.



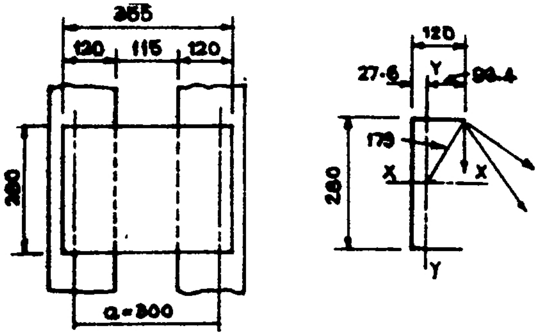
6.9 எடுத்துக்காட்டு 6·4.



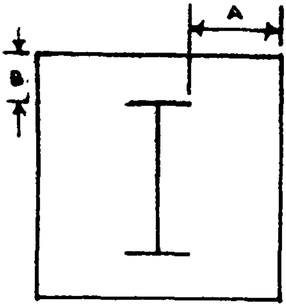
6.10 இடைக் கட்டைப் பிணைப்பு



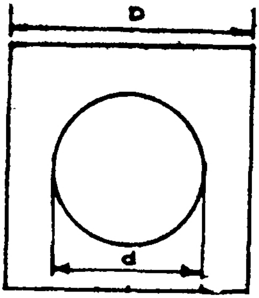
6.11 எடுத்துக்காட்டு 6.5



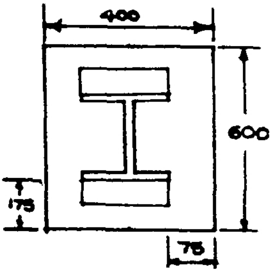
6.12 எ. கா. 6.6



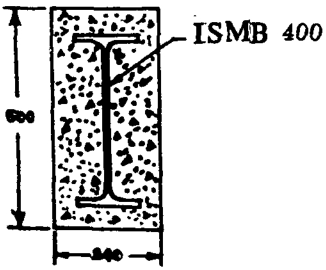
6·13
I வடிவத் தூணின்
அடித்தகடு



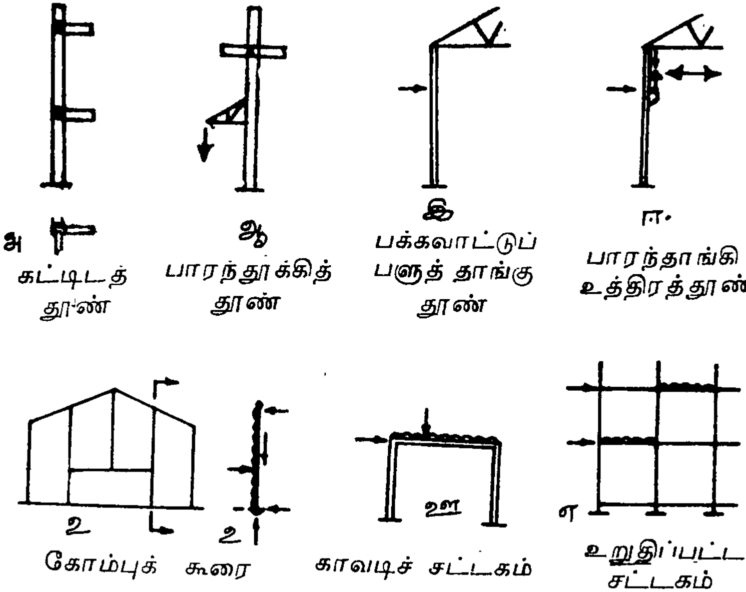
6.14
வட்டத் தூணின்
அடித்தகடு



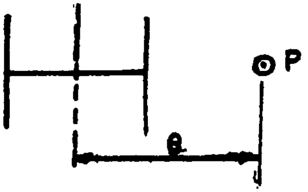
6·15 எடுத்துக்காட்டு 6.6



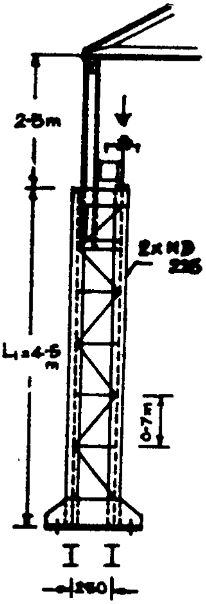
6·16 எடுத்துக்காட்டு 6.7



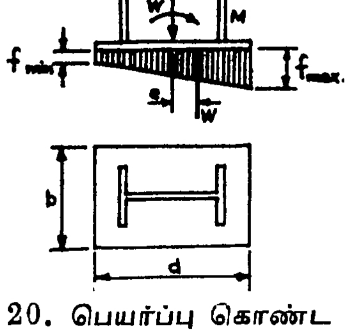
6.17 பெயர்ப்புப் பளு கொண்ட உத்திர வகைகள்



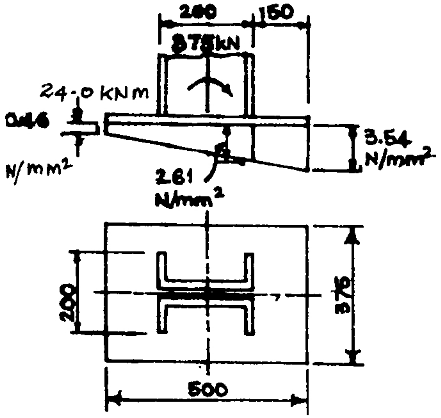
6.18 பெயர்ப்பு பெற்ற பளு



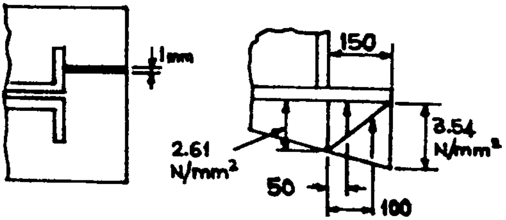
6.19 எ. கா 6.9.



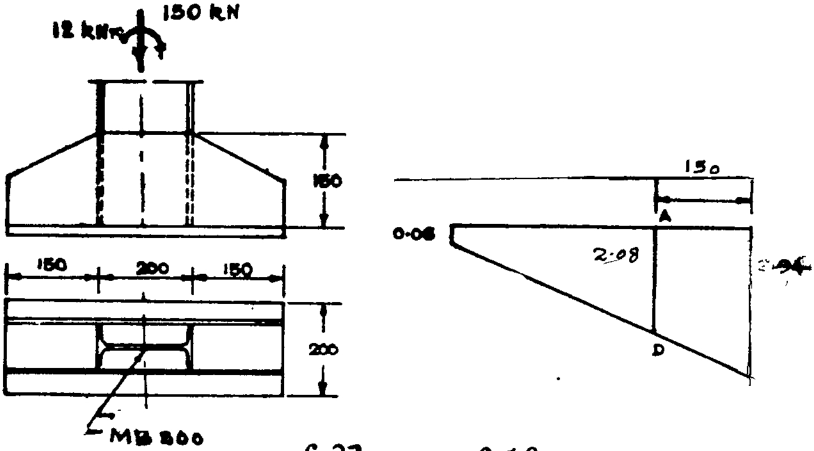
6 20. பெயர்ப்பு கொண்ட தூணின் அடித்தகடு



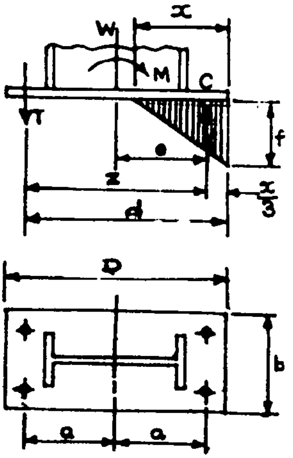
படம் 6.21 எ. கா. 6.10



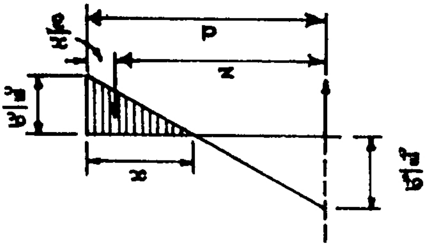
6.22 எ கா. 6.10



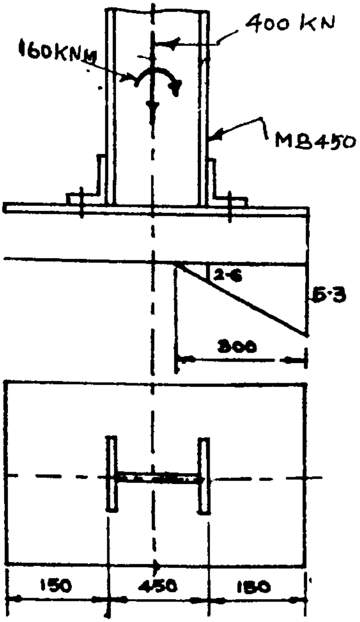
6.23 எ.கா. 6.10



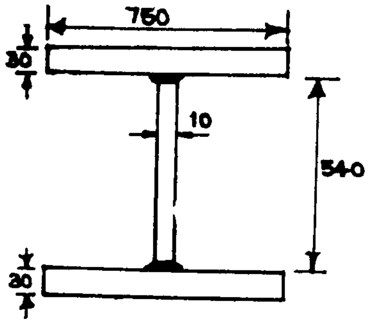
6.24 பிடிப்பு ஆணிகள்
கொண்ட அடித்தகடு



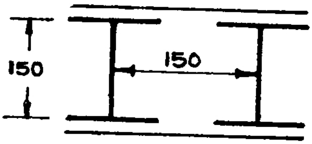
6.25 அடித்தகட்டுத்
தகைவு மாறுபாட்டுப் படம்.



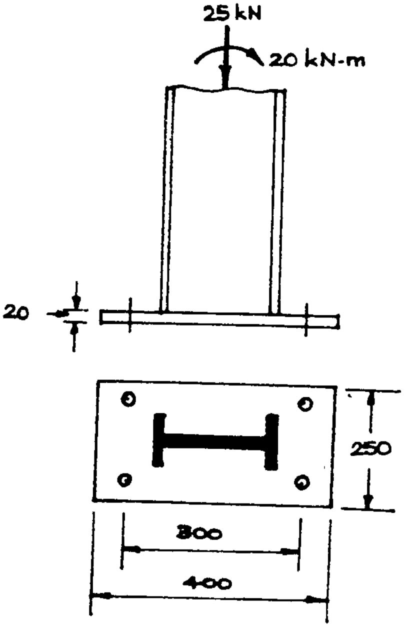
6.26 எடுத்துக்காட்டு 6.11



வினா 6.3



வினா 6.10



வினா 6.14

7. உத்திரங்கள் (Beams)

கிடையாக அமைந்து வளைந்து பளுதாங்கும் கட்டுமான அங்கம் உத்திரம் எனப்படுகிறது. இவ்வகை அங்கங்கள் வளைப்பையும் நறுக்கு விசையையும் தாங்குகின்றன. உத்திரங்கள் உருட்டுச் சட்டங்களாகவோ, ஒட்டுச் சட்டங்களாகவோ (Plated beams) சட்டுவித்த சட்டங்களாகவோ அமைகின்றன.

உருட்டிய சட்டங்கள் ஆங்கில எழுத்து I வடிவில் உள்ளன. வழக்கமான உருட்டுச் சட்டங்களை வலுவூட்ட அதன் பட்டயங்களுடன் இரும்புத் தகடுகளையோ, L, U வடிவ உருக்குச் சட்டங்களையோ ஒட்டுவதுண்டு. முழுவதும் தகடுகளாலேயே உத்திரங்களை ஆக்குவதும் வழக்கத்தில் உள்ளது. சில வகை உத்திர வகைகளைப் படம் 7.1-இல் காணலாம்.

7.1. உருட்டு உத்திரக் கணக்கீடு முறை

சாதாரண உருட்டு உத்திரத்தின் அளவுகளின் கணக்கீடு, கீழ்க்கண்ட ஆறு இயல்புகளைக் கருத்தில் கொண்டு அமைகிறது. (1) வளைப்புதிருப்பு விசை (2) நறுக்கு விசை (3) தொய்வு (4) உத்திரத்தின் குருத்துத் தகடு நெளிதல் (5) உத்திரத்தின் குவிந்த பளுவுக்கு ஆளான பகுதிகள் நசுங்குதல் (6) ஒன்றிணைந்த தகைவுகள், வெகுவான உத்திரங்களில் வளைப்பைத் தாங்குவதுதான் அதன் முக்கிய இயல்பாகி விடுகிறது.

வடிமைப்பு முறை கீழ்க்கண்ட முக்கிய ஆறு படிகளைக் கொண்டது.

(1) உத்திரம் தாங்கும் பளுவைக் காணல்,வளைப்பு திருப்பு விசைச் செறிவு, நறுக்குத் தகைவு,மாறுபாடு இவற்றைக் காட்டும் படங்களை வரைதல்; அதிக வளைப்பு திருப்பு விசை, நறுக்கு விசை ஆகியவற்றின் அளவையும் நேரிடும் இடங்களையும் குறித்தல்.

(2) அனுமதிக்கப்பட்ட வளைப்பு திருப்புத் தகைவைக் கொண்டு உரிய வடிவக் குணகத்தைக் காணல்.

(3) குறித்த அட்டவணைகளிலிருந்து உரிய முகப்புக் கொண்ட சட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

(4) உத்திரம் தாங்க நேரிடும் அதிகமான நறுக்குத் தகைவைக் கணக்கிட்டு, அது குறித்த அனுமதிக்கப் பட்ட அளவைவிடக் கூடுதலாக இல்லாமல் இருக்கக் கணக்கிடுதல்.

(5) உத்திரத்தின் தொய்வைக் கணக்கிட்டு உரிய வரம்புக் குள் அது இருக்கிறதா என்பதற்கான கணக்கீடுகள்.

(6) குவி பளு சாடும் இடங்களிலும், தாங்குமானங்களிலும் அதிகப்படியான அமுக்க விசையால் குருத்துத் தகடு நெளிகிறதா எனக் கண்டறிந்து உரிய பாதுகாப்பு உத்திகளைக் காணல்.

(7) ஒன்றிணைந்த தகைவுகளைக் காணல் — குருத்துத் தகடு அமுக்க விசையைப் பத்திரமாகத் தாங்குகிறதா என்று கண்டறிதல்.

7.2 வளைப்பு

வளைப்பு திருப்பு தாங்கும் இயல்பைக் கருதி உத்திரங் களை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். (1) உறுதியான பக்கவாட்டு அணைப்பு உள்ளவை (2) பக்கவாட்டு அணைப்பு இல்லாதவை.

7.2.1 பக்கவாட்டு அணைப்பு உள்ள உத்திரங்கள்

வளைப்பில் தள உத்திரங்களின் மேல் பட்டையம் அமுக்க விசையைத் தாங்குகிறது. அமுக்க விசையில் அது நெளியா வண்ணம் அருகிலுள்ள தளததால் உறுதியாக இணைக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும். இவ்வாறு அமைந்த உத்திரங்கள் பக்கவாட்டுகள் அணைப்பு உள்ள உத்திரங்கள என அழைக்கப் படுகின்றன. படம் 7.1 உரிய அணைப்பு பெற்ற உத்திரங் களைக் காட்டுகிறது.

உத்திரங்கள் $M = p_{bc}Z$ என்ற சமன்பாடு பற்றி வளைப்பு திருப்பு விசையை எதிர்க்கின்றன.

M = வளைப்பு திருப்பு விசை

p_{bc} = அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு

Z = வடிவக் குணகம்

உருட்டு உத்திரங்களுக்கான வளைப்பின் அனுமதிக்கப் பட்ட தகைவு $p_{bc} = 165\ N/mm^2$ என வரையறுக்கப் பட்டுள்ளது. தகுதியான உருட்டு உத்திரங்கள் தேவையான வடிவக் குணகத்திற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு 7.1

ஓர் உத்திரம் 16.5 KN/mm பளுவை 6 m துறைத் தூரத்தின்மேல் தாங்குகிறது. உத்திரத்தின் அளவை நிருணயிக்க. உத்திரத்தின் அமுக்கத் தகைவு தாங்கும் பட்டையம் கற்காரையில் பதிக்கப் பெற்றது.

உத்திரம் தாங்கும் பளு	:	16.5 KN/m
உத்திரத்தின் சுய பளு	:	0.5 KN/m
மொத்தப் பளு	:	17.0 KN/m
துறைத் தூரம் (l)	:	6 m

வளைப்பு திருப்பு விசை (M) : $\frac{wl^2}{8} = \frac{17 \times 6^2}{8}$

$= 76.5$ KN m

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு $f_{bt} = 165\ N/m^2$

$M = f_{bt}\ Z$

வடிவக்குணகம்

$$Z = \frac{76.75 \times 10^6}{165} = 465 \times 10^3\ mm^3$$

MB 300 ($Z = 573.6 \times 10^3\ mm^3$

என்ற உத்திரத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவும்

7.2.2 பக்கவாட்டு அணைப்பு இல்லாத பட்டையங்கள் பெற்ற உத்திரங்கள்

அமுக்க விசையைத் தாங்கும் பட்டையம் ஒரு தூண்போல் செயல்படுகிறது. இந்தப் பட்டையம் பக்கவாட்டில் நெளிய வாய்ப்புள்ளது பட்டையத்தைப் பக்கவாட்டில் தாங்கி அது நெளியாமல் தடுக்கலாம். இந்தப் பக்கவாட்டுத் தாங்கல்கள் பட்டையத்தின் பளுவில் $2\frac{1}{2}\%$ பளுவைத் தாங்கும் திறம் பெற்றிருக்க வேண்டும். உறுதியான பக்கவாட்டு அணைப்புகள் இல்லாத உத்திர வகைகள் படத்தில் (எண் 7.1) காட்டப் பட்டுள்ளன. இவ்வகை உத்திரங்களின் அனுமதிக்கப்படும் வளைவுக்கான அமுக்கத் தகைவு குறைக்கப்படுகிறது. இந்தக் குறைப்பு உத்திரத்தின் நீளம்/குறைந்த சடத்துவ ஆரம், உயரம்/ பட்டையத் தகட்டின் பருமன் இந்த விகிதங்களைப் பொறுத்து அமைகிறது.

உத்திரத்தின் நுனிகள் இணைக்கப்படும் ஏற்பாடு அனுமதிக்கப்படும் அமுக்கத் தகைவைப் பாதிக்கும் அம்சங் களில் ஒன்றாகும். உத்திரத்தின் நுனிகள் வெறுமையாகத் தாங்கப்பட்டு இரு நுனிகளும் பிறழாமல் பிணைக்கப்படும் உத்திரத்தின் அமுக்கத் தகைவு கணக்கிடப் பயன்படும் பட்டையத்தின் செயல்படு நீளம் (l) உத்திரத்தின் கிடை வாக்கில் வளைய ஏதுவான அதன் நீளமாவே (L) அமைகிறது ($l = L$). வெறுமையாய்த் தாங்கப்படும் உத்திரத்தின் நுனிகள் அதன் தளத்தில் கிடைவாக்கில் வளைவதற்குப் பகுதிக் கட்டுப் பாடு கொண்டிருந்தால், அதன் பட்டையத்தின் செயல்படு நீளத்தை $l = 0.85$ L எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

உத்திரத்தின் நுனிகள் பிறழ்வதற்கு எதிராகக் கட்டப் படாவிட்டாலோ, பளு அமுக்க விசை பட்டையத்தின் மேல் சுமத்தப்பட்டு எந்தக் கட்டுப்பாடும் இல்லாமல் பட்டையமும் பளுவும் கிடையாக நகர வாய்ப்பு இருந்தாலோ மேற் குறிப் பிட்ட செயல்படு நீளங்கள் 20% அதிகரிக்கப்படவேண்டும்.

துருத்து உத்திரங்களின் செயல்படு நீளம்

தாங்குமானத்திற்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டுள்ள துருத்து உத்திரங்களின் செயல்படு நீளம் கீழ்க்காணும் வகைகளில் கணக்கிடப்படுகிறது.

(அ) உறுதியாகப் பதியப்பெற்ற ஒரு முனை, கட்டுப்பாடற்ற அடுத்த முனை $= l = 0.85L$

(ஆ) உறுதியாகப் பதியப்பெற்ற ஒரு முனை தொடர் கட்டுமானத்தால் பிறழ்வதற்கு எதிராக நிலை நிறுத்தப் பட்ட அடுத்த முனை (படம் 7.2 அ) $= l = 0.75\ L$

(இ) உறுதியாகப் பதியப் பெற்ற ஒரு முனை பிறழ்தல் மற்றும் கிடைத் தொய்வு இவற்றிற்கு எதிராக நிலை நிறுத்தப்பட்ட அடுத்த முனை (படம் 7.2 ஆ) $= l = 0.5\ L$

(ஈ) தொடர் உத்திரம்; எந்தக் கட்டுப் பாடும் இல்லாத ஒரு முனை;தொடர் முனையின் தாங்குமானமும் பிறழ்தலுக்கு எதிர்ப்பானதல்ல (படம் 7.2இ) $= l = 3\ L$

(உ) தொடர் உத்திரம்: சுழல்மைக்குப் பகுதி எதிர்ப்பு நல்கும் தாங்குமானம் கட்டுப் பாடற்ற மற்ற முனை (படம் 7.2 ஈ) $l = 2L$

(ஊ) தொடர் உத்திரம்: சுழல்மைக்கு எதிரான தாங்குமானமும், கட்டுப்பாடற்ற மற்ற முனையும் பெற்றது (படம் 7,2 உ) $l = L$

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவுகள்

பட்டையத்தின் அமுக்கத் தகைவு தாங்கும் இயல்பு பல் வேறு உருட்டு I உத்திரங்களுக்குச் செயல்படு நீளத்திற்குத்

தக்க வண்ணம் அமைகிறது. அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவுகள் அட்டவணை 7.1-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு 7.2

உத்திரம் ஒன்றில் தொங்கி நகரும் பாரம் தூக்கும் பொறி, படத்தில் காட்டிய வண்ணம் அமைந்துள்ளது, பொறி தூக்கும். பாரத்தின் அளவு 20 KN பொறியின் சுய எடை 5 KN. உத்திரத்தின் அளவை நிருணயிக்க (படம். 7.3)

கணக்கீடு

பளு: பாரம் 20 KN

சுய எடை 5 KN

25 KN

அ—ஆ பகுதிக்கான அதிகப்படி வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= \frac{25 \times 6}{4} = 37.5 \text{ KN m}$$

ஆ—இ பகுதிக்கான அதிகப்படி வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= 25 \times 1.5 = 37.5 \text{ KN m}$$

உத்திரத்தின் சுய எடை 1 KN/m என அனுமானிக்க.

அ—ஆ பகுதிக்கான சுய எடைக்கான வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= \frac{1 \times 6^2}{8} = 4.5 \text{ KN m}$$

ஆ—இ பகுதிக்கான சுய எடை வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= \frac{1 \times (1.5)^2}{2} = 1.25 \text{ KN m}$$

அ—ஆ பகுதியின் மொத்த வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= 37.5 + 4.5 = 42 \text{ KN m}$$

ஆ—இ பகுதியின் மொத்த வளைப்பு திருப்பு விசை

$$= 37.5 + 1.25 = 38.75 \text{ KN m}$$

செயல்படு நீளம்

அ — ஆ பகுதி வெறுமனே தாங்கப்பட்டு இரு நுனிகளும் பிறழ்வதற்கு எதிராக உறுதியாகப் பிணைக்கப்படுவதில்லை.

$$\text{எனவே } l = L \times 1.2$$
$$= 6 \times 1.2 = 7.2 \text{ m}$$

ஆ — இ பகுதி துருத்து உத்திரம் பிறழ்வதற்கு எதிராக முழுமையாகக் கட்டப்படாத நுனியும், சுயேச்சையான மற்ற நுனியும் கொண்டது.

$$l = 3L = 3 \times 1.5 = 4.5 \text{ m}$$

MB 250 உத்திரத்தைக் கருதுவோம்.

அட்டவணையிலிருந்து (எண் 7.1) அனுமதிக்கப்படும் தகைவு

$$\frac{D}{T} = 20; \quad \frac{l}{\gamma} = \frac{720}{2.65} = 272$$

$$p_{bc} = 70.9 \text{ N/mm}^2$$

வளைப்பு திருப்பு விசை $M = 42 \text{ KN m} = 42 \times 10^6 \text{ N mm}$

$$\text{தேவையான வடிவக்குணகம்} = \frac{M}{p_{bc}} = \frac{42 \times 10^6}{70.9}$$
$$= 592 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

MB 250-இன் xx அச்சின் வடிவக்குணகம் $410.5 \times 10^3 \text{ mm}^3$ உத்திரம் போதுமானதன்று

எனவே MB 350 உத்திரத்தைக் கருதுவோம்.

அட்டவணையிலிருந்து (அட்டவணை 7.1)

$$\frac{D}{T} = \frac{350}{14.2} = 25; \quad \frac{l}{\gamma} = \frac{720}{2.84} = 253$$

$$p_{bc} = 64 \text{ N/mm}^2$$

Zxx (தேவையானது)

$$= \frac{42 \times 10^6}{64} = 656.2 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

MB 350-இன் xx அச்சின் வடிவக் குணகம் 778.9×10^3 mm³ எனவே MB 350 உத்திர வடிவைப் பயன்படுத்தவும்

7.2.3 நறுக்குத் தகைவு (Shear stress)

உத்திரத்தின் மேலுள்ள நறுக்கு விசையைக் குருத்துத் தகடே (Web plate) முழுவதும் தாங்குவாதகக் கருதலாம். உத்திரத்தின உயரத்தைக் குருத்துத் தண்டின் பருமனால் பெருக்கிக் கிடைக்கும் பரப்பு, நறுக்கு விசை தாங்கும் பரப்பாகக் கருதலாம். இந்தப் பரப்பின் மேலுள்ள நறுக்குத் தகைவு (f_q), அனுமதிக்கப்படும அளவான $p_q = 100$ N/mm² என்ற அளவைவிட அதிகமாக இருக்கலாகாது.

எடுத்துக்காட்டு 7.3

எடுத்துக்காட்டு 7.1-இல் உள்ள உத்திரத்தின் நறுக்கு விசை தாங்கும் வலிமையைச் சோதிக்க

சீராகப் படர் பளு w = 17 KN/m

துறைத் தூரம் L = 6m

அதிகப்படியான நறுக்கு விசை $V = \frac{WL}{2} = \frac{17 \times 6}{2} = 51$ KN

MB 300 உத்திரத்தின் குருத்துத் தகட்டின் பருமன் $t_w = 7.5$mm

நறுக்குவிசை தாங்கும் பரப்பு $= 300 \times 7.5$ mm²

செயல்படும் நறுக்குத் தகைவு $f_q = \frac{51 \times 10^6}{300 \times 7.5} = 22.6$ N/mm²

அனுமதிக்கப்படும் நறுககுதத தகைவு $p_q = 100$ N/mm²

எனவே, உத்திரம் போதுமான நறுக்கு வலிமை கொண்டது.

7.2.4 உத்திரத்தின் தொய்வு

பளுவால் உத்திரம் வளைகிறது. வளைந்து இருக்கும் தோற்றம் தொய்வு பெற்ற உத்திரத்தின் வடிவமே. அதிகப் படித் தொய்வு உத்திரத்தின் மைய நீளத்தில் காணப்படுகிறது. அதிக விறைப்புக் கொண்ட உத்திரங்களின் தொய்வு குறைந்து காணப்படுகிறது. அதிகப்படி தொய்வு உத்திரத்தின் எழிலையும் பயனையும் குறைத்து, அது தாங்கும் அங்கங்களுக்கு ஊறு விளைவிப்பதாகிறது. உத்திரத்தின் அதிகப்படியான தொய்வு துறைத்தூரத்தில் 325-இல் ஒரு பங்கு என்ற அளவாக நிருணயிக்கப்பட்டுள்ளது. உரிய சடத்துவத் திருப்புமை கொண்ட உத்திரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து உத்திரத்தின் தொய்வு அளவைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

வழக்கமாகச் செயலினுள்ள பளுவுக்கான தொய்வுக் கணக்கீடு சமன்பாடுகள் படம் 7.4-இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு 7.4

எடுத்துக்காட்டு 7.1-இல் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட உத்திரத்தின் தொய்வைக் கணக்கிடுக. அது வரையறுக்கப்பட்ட தொய்வின் அளவைவிடக் குறைவானதா என்பதைச் சோதிக்க.

பளு $W = 17$ KN/m

துறைத்தூரம் $l = 6$ m

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட உத்திரத்தின் XX அச்சின்

சடத்துவத் திருப்பு விசை I_{xx} : 8603.6×10^4 mm^4

$$\text{தொய்வு } \delta = \frac{5\,wl^4}{384EI}$$

$$= \frac{5 \times 17 \times 10^3 \times 6\,(6000)^3}{384 \times 2\times10^5 \times 8603.6 \times 10^4}$$

$$= 16.6 \text{ mm}$$

$$\text{அனுமதிக்கப்படும் தொய்வு} = \frac{l}{325} = \frac{6000}{325} = 18.4 \text{ mm}$$

எனவே, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட உத்திரத்தின் தெரிவு வரம்புக்கு உட்பட்டது.

7.2.5 கனமான குவிபளு தாங்கும் உத்திரங்கள்

குவிந்த பளு தாங்கப்படும் இடங்களில் உள்ள பருமன் குறைந்த குருத்துத் தகடு இரு விதங்களில் சிதைவுறுகிறது. மிதமிஞ்சிய அழுக்கத் தகைவில் உத்திரத்தின் குருத்துத் தகடு நசுங்குபடுதல் (Crushing of web) ஒரு வகைச் சிதைவு. குருத்துத் தகடு நெளிதல் (Web crippling) மற்றொரு வகைச் சீர்கேடு.

குருத்துத் தகடு நசுங்குதல்

குருத்துத் தகடு குவிந்து பட்டையத்துடன் சேருமிடத்தில் தாங்கு தகைவு 189 N/mm^2 என்ற அளவைவிட அதிகமாக இருக்காமல் காக்கப் படவேண்டும். குருத்துத் தகடு வளையுமிடத்தில் உள்ள கிடைகோடு தாங்கு தகட்டிலிருந்து 30° கோணத்தில் விரியும் கதிர்கள் சந்திக்கும் நீளம் பளுவைத் தாங்குவதாக எண்ணப்படுகிறது. இந்த நீளம் 'B' எனில் பத்திரமான குவிப்பளு W.

$$W = 189 \; t.\; B$$

என்ற சமன்பாடு கொண்டு அமைகிறது.

அதிகமான தாங்கு தகைவு அமையும் இடங்களும், உத்திர முனைகளில் உள்ள தாங்கும் தகடு, இடை நிலை தாங்கு தகடு இவற்றிற்கான தாங்கு நீளங்களும் படம் 7.5-இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

குருத்துத் தகடு நெளிதல்

குவி பளு தாங்கப்படும் இடங்களில் உள்ள குருத்துத் தகடு ஓர் தூண் போல் செயல்பட்டுப் பளுவைத் தாங்குகிறது. அழுக்கத் தகைவுச்கு ஆளாக்கப்பட்டு அது நெளிய ஏதுவுண்டு. இத்தக் குறை தவிர்க்க, குருத்துத் தகட்டின் செயல்படு நீளத்திற்கான அழுக்கத் தகைவு கணக்கிடப்பட்டு அது

அத்தகட்டின் ஒல்லி விகிதத்திற்கான அனுமதிக்கப்பட்ட அழுக்க வலிமையைவிடக் குறைவானதா என்று கண்டறியப் பட வேண்டும்.

குவிபளு தாங்கும் தகட்டின் நீளம் (a) எனக் கொள்வோம். இந்தத் தகட்டின் ஒரு நுனியிலிருந்து 45° கோணத்தில் வரையப் படும் கோடுகள் உத்திரத்தின் மையக் கோட்டை வெட்டும். புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் குவி பளுவைத் தாங்கும் செயல்படு நீளமாகக் (B) கருதப்படுகிறது (படம் 7.6) உத்திரத்தின் நடுவிலும் கடையிலும் அமையும் பளுக்களுக்கான செயல்படு நீளங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

குருத்துக் தகட்டின் சடத்துவ ஆரம் $\sqrt{\dfrac{I}{A}}$

$$= \sqrt{dt_w^3/12 \times \frac{1}{dt}} = \frac{t_w}{\sqrt{3}}$$

குறுக்குத் தகட்டின் ஒல்லி விகிதம்

$$= \frac{0.5\ d}{\dfrac{t_w}{2\sqrt{3}}} = \sqrt{3}\ \frac{d}{t_w}$$

t_w: குருத்துத் தகட்டின் பருமன்.

d: உத்திரத்தின் உயரம்

இந்த ஒல்லி விகிதத்திற்கான அனுமதிக்கப்பட்ட அழுக்கத் தகைவு pc அட்டவணை 5.1-இலிருந்து பெறப்பட்டு, அனுமதிக்கப்படும் குவி பளு W, கீழ்க்காணும் சமன்பாடு கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$W = p_c\ t_w\ B$$

குருத்துத் தகட்டின் மேல் விழும் பளு கணக்கிடப்பட்ட அளவான W ஐவிட அதிகமாக இருந்தால், கீழ்க்கண்ட மூன்று மாற்று வழிகளில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கடைப்பிடிக்கலாம்.

(1) பொருத்தமான பருமன் கொண்ட குருத்துத் தகடு பெற்ற உத்திரத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பது மிக எளிய முறை யாகும். ஆயினும், உரிய வடிவ உத்திரங்கள் கிடையாமை, அதிகச் செலவு ஆகியன இந்த வழிமுறையைப் பின்பற்ற இயலாமைக்குக் காரணமாகலாம்.

(2) தூணின் அடித்தகடு போதுமான அளவுக்கு அதிகரிக்கப் படலாம்.

(3) அதிகக் குவிபளு செயல்படும் இடங்களிலுள்ள குருத்துத் தகடு விறைப்பூட்டும் செதில்களால் (Stiffeners) உறுதிப்படுத்தப்படலாம் (படம் 7.7).

கூட்டுத் தகைவுகள் (Combined stresses)

கனமான குவி பளுக்கள் வேறொரு விதமான குருத்துத் தகடு தகைவுக்கும் வழி வகுக்கின்றன. இந்தத் தகைவு குருத்துத் தகடு நசுங்குதல், நெளிதல் இவற்றிற்கான தகைவுகளைப் போல் அவ்வளவு முக்கியமில்லாவிடினும், அதிக அளவு பளு தாங்கும் உத்திரங்களில் குவிபளு செயல்படும் இடங்களில் குருத்துத் தகடு பட்டையத்துடன் சேரும் இடங்களில் கணக்கிடப் பட்டு, சோதிக்கப்பட வேண்டும்.

குருத்துத் தகடு வளைப்பு தகைவு, நறுக்குத் தகைவு, தாங்கு தகைவு இவை மூன்றிற்கும் ஆளாகிறது. அதிகக் குவி பளு தாங்கும் உத்திரங்களில் இவற்றின் கூட்டுத் தகைவு கீழ்க் காணும் சமன்பாடு கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$f_e = (f_{bc}^2 + f_c^2 + f_{bc}f_b + 3f_q^2)^{\frac{1}{2}}$$

அல்லது

$$f_e = (f_{bt}^2 + f_b^2 + f_{bt}\,f_b + 3f_q^2)^{\frac{1}{2}}$$

f_{bc} : வளைப்பின் அமுக்கத் தகைவு

f_{bt} : வளைப்பின் இழு தகைவு

f_b : தாங்கு தகைவு

f_q : நறுக்கு தகைவு

இந்தக் கூட்டுத் தகைவின் அதிகப்பட்ட அனுமதிக்கப்பட்ட அளவு 228.5 N/mm^2 ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.5

தாங்குமானங்களின் மையங்களுக்கிடையே 1.5 m துறைத் தூரம் பெற்ற உத்திரம் ஒரு தாங்குமானத்தின் மையத்திலிருந்து 0.6m தொலைவில் ஒரு தூணைத தாங்குகிறது. தூணின் மேலுள்ள பளு 2200 KN அடித்தகடு அச்சுக்கு இணையாக 300 mm நீளம் பெற்றுத் தூணைத் தாங்குகிறது. உத்திரம இரண்டு MB 600 உருட்டு வடிவுகளால் ஆனது. உத்திரத்தின் வலிமையைச் சோதிக்க. (படம் 7.8 அ).

மொத்தப் பளு 2200 KN

ஓர் உத்திரத்தின் பளு 1100 KN

வளைபபு திருப்பு விசை $M_c = \dfrac{1100 \times 0.6 \times 0.9}{1.5}$

$= 386$ KN m

வளைப்பு திருப்பு மாற்றம் குறிப்பீடு படம் (படம் 7.8 ஆ) வரையப்படுகிறது

$$M_c = 386 \text{ KN m}$$

$$M_b = 386 \times \frac{450}{600} = 289.6 \text{ KN m}$$

வளைப்புக்கான தகைவு

MB 600-இன் வடிவக்குணகம் Z_{xx} 3060.4×10^3 mm^3

அதிகமான வளைப்பு திருப்பு விசை = 386 KNm

$$\text{தகைவு} = \frac{386 \times 10^6}{3060.4 \times 10^3} = 126 \text{ N/mm}^2$$

இது அனுமதிக்கப்படும் வளைப்புத் தகைவான 150 N/mm^2 என்ற அளவைவிடக் குறைவானது. எனவே, வளைப்பில் உத்திரம் தேறுகிறது.

நறுக்குத் தகைவு

நறுக்கு விசை = 660 KN
உத்திரத்தின் குருத்தின் உயரம் = 600 mm
குருத்தின் பருமன் = 12 mm

நறுக்குத் தகைவு $= \frac{660 \times 10^3}{600 \times 12} = 91.6\ N/mm^2$

அனுமதிக்கப்படும் தகைவு $= 94.5\ N/mm^2$

எனவே உத்திரம் பொருத்தமானது

குருத்துத்தகடு நசுங்குதல்

MB 600-இன் குருத்துத் தகட்டின் வளைந்த பகுதி முடியும் இடத்தின் உயரம் (அட்டவணையிலிருந்து) (h2) : 41.25 mm

குவிபளுவின் கீழ்பளு பரவும் நீளம் (B)
$= 300 + 2 \times 41.25 = 443$ mm

அமுக்கத் தகைவு $= \frac{1100 \times 10^3}{12 \times 443} = 207\ N/mm^2$

இது அனுமதிக்கப்படும் அதிக அளவுத் தகைவான 189 N/mm^2 என்ற அளவைவிட அதிகமானது. எனவே உத்திரம் இந்த இயல்பில் பாதுகாப்பானதன்று.

உத்திர முனையில் எதிர்வினை (Reaction) = 660 KN

தாங்குமான அடித்தகட்டின் நீளம் = 200 mm
எதிர்வினை பரவும் நீளம் $= 200 + 41.25 \text{ Cot } 30^\circ$
$= 271$ mm

எதிர் வினைக்கான தாங்கு தகைவு

$$= \frac{660 \times 10^3}{271 \times 12}$$

$$= 203\ N/mm^2 > 189\ N/mm^2$$

எனவே உத்திரம் பாதுகாப்பானதன்று.

குருத்துத்தகடு நெளிதல்

குருத்துத் தகட்டின் ஒல்லி விகிதம் $= \sqrt{3}\ \frac{d}{t_w}$

$$= \sqrt{3} \times \frac{600}{12} = 86.6$$

ஒல்லி விகிதம் 86.6 இற்கான அனுமதிக்கப்படும் அமுக்கத் தகைவு(அட்டவணையிலிருந்து) $= 95.3\ N/mm^2$

பளு பரவு நீளம் : அடித்தகடு நீளம் + உத்திர உயரம்

$300 + 600 = 900$ mm

பத்திரமான தாங்கு பளு $= p_c\ t_w\ B$

$$= \frac{95.3 \times 12 \times 900}{10^3}$$

$$= 1029\ KN$$

சாடும் பளு 1100 KN. அதிகமானது

உத்திரம் பாதுகாப்பானதன்று.

தாங்குமானம் தாங்கும் எதிர்வினை $= 660$ KN

எதிர்வினைப் பளு பரவு நீளம்

$$= \text{அடித்தகடு நீளம்} + \frac{\text{உத்திர உயரம்}}{2}$$

$$200 + \frac{600}{2} = 500\ mm$$

பத்திரமான தாங்கும் பளு $pc\ t_w\ B$

$$= \frac{95.3 \times 12 \times 500}{10^3} = 572\ KN$$

சாடும் எதிர்வினை 660 KN. அதிகமானது.

உத்திரம் பாதுகாப்பானதன்று.

கூட்டுத் தகைவு

$$M_x = M_b = 289.6 \text{ KN m}$$

உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசை $= 91813 \times 10^4 \text{ mm}^4$
படத்தில் x என்ற இடத்தில்

$$\text{வளைப்புத் தகைவு} = \frac{289.6 \times 10^6}{91813 \times 10^4} \times 233.75 = 73.4 \text{ N/mm}^2$$

நறுக்குத் தகைவு $= 91.6 \text{ N/mm}^2$

ஒட்டுமொத்தத் தகைவு

$$f_e = (f_{bt}^2 + f_b^2 + f_{bt} f_b + 3f_q^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$f_{bt} = 73.4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_b = 0$$

$$f_q = 91.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_e = \sqrt{(73.4)^2 + 3 \times (91.6)^2} = 174.8 \text{ N.mm}^2$$

இது அனுமதிக்கப்படும் தகைவான 228.5 N/mm^2 என்ற அளவைவிடக் குறைவானதாகும். எனவே, உதத்திரம் கூட்டுத் தகைவுக்குப் பாதுகாப்பானது ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 7.6

MB 500 உத்திரம் 1.2 m நீளமுள்ளது. அது 800 KN பளுவை உத்திரத்தின் இடையில் தாங்குகிறது. விறைப்பூட்டும் செதிள்களற்ற உத்திரத்தை அமைக்கத் தேவையான பளுவின் அடியில் உள்ள தகடு மற்றும் தாங்குமானத்திற்கு மேல் உள்ள தகடு இவற்றின் நீளத்தைக் காண்க.

உத்திரத்தின் குருத்துத் தகட்டின் உயரம் $d = 500 \text{ mm}$

குருத்துத் தகட்டின் பருமன் $= 10.2 \text{ mm}$

$$\text{ஒல்லி விகிதம்} = \sqrt{3} \times \frac{d}{t_w} = \sqrt{\frac{3 \times 500}{10.2}}$$

$$= 85$$

ஒல்லி விகிதத்திற்கான அமுக்கத் தகைவு = 95.5 N

$$W = pc\ tw\ B$$
$$W = 800 \times 10^3\ N$$
$$t_w = 10.7\ mm$$
$$p_c = 95.5\ N$$
$$B = \frac{800 \times 10^3}{10.7 \times 95.5} = 779$$

பரவு நீளம் = தகட்டின் நீளம் + உத்திர உயரம்

773 = தகட்டின் நீளம் + 500

தகட்டின் நீளம் = 273 mm

எதிர் வினை R = 400×10^3 N

தேவையான B = 387 mm

பரவு நீளம் B = அடித்தகட்டின் நீளம் + $\frac{\text{உத்திர உயரம்}}{2}$

387 = அடித்தகட்டின் நீளம் + 250

அடித்தகட்டின் நீளம் = 137 mm

எடுத்துக் காட்டு 7.7

கீழ்க்காணும் குறிப்புகளுடன், கட்டடத்தின் தளத்தைத் தாங்கும் உத்திரத்தின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக.

தளப்பலகை, பூச்சுக்கள், இரும்பு உத்திரம், கூரை,
பிரிப்புச்சுவர், மற்ற வசதிகள்
இவற்றின் சுய பளு = 6 KN/m^2
சுமத்தப்படும் பளு = 4 KN/m^2

இதைத் தவிர, செங்கற் சுவர்கள் தீக்காப்புக் கவசப் பூச்சு இவற்றின் பளுவைச் சுற்றுப்புற வெளி உத்திரங்கள் தாங்குகின்றன.

ஒவ்வொரு தள உத்திரத்தின் அளவையும் நிருணயிக்க எல்லா உத்திரங்களின் அமுக்கப் பட்டையமும் முழுமையாகக் காக்கப்பட்டுள்ளன.

பளுக்கள்

சுயபளு	$6 \times 6 \times 1.25$	=	45 KN
சுமத்தப்பட்ட பளு	$4 \times 6 \times 1.25$	=	30 KN
சுவர், காப்பு	7×6	=	42 KN
மொத்தப் பளு – W		=	115 KN

விசை

வளைப்பு திருப்பு விசை $\frac{WL}{8} = \frac{115 \times 6}{8} = 86$ KN/m

நறுக்கு விசை $V = \frac{W}{2} = \frac{115}{2} = 57.5$ KN

கணக்கீடு

வளைப்பு திருப்பு விசை $= 86$ KN/m
தகைவு $= 165$ N/mm^2
வடிவக் குணகம் Z $= 522 \times 10^3$ mm^3

அனுமதிக்கப்பட்ட தொய்வு $= \frac{l}{325} = \frac{5WL^3}{384}$

தேவையான சடத்துவத் திருப்பு விசை

$$I = \frac{5 \times 115 \times 10^3 \times (6000)^2 \times 325}{384 \times 2 \times 10^5}$$

$$= 8.78 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

MB 300×46.1 Kg/m பயன்படுத்தவும்

Zx $= 599$ cm^3 (599×10^3 mm^3)
Ix $= 8985$ cm^4 (8.985×10^7 mm^3)
A $= 58.7$ cm^2 (58.7×10^2 mm^2)

நறுக்குத் தகைவு

$$q = \frac{V}{A} = \frac{57.5 \times 10^3}{58.7 \times 10^2} = 98 \text{ N/mm}^2.$$

$$> 94.5 \text{ N/mm}^2$$

அனுமதிக்கப்படும் தகைவைவிட சற்றே அதிசமானது. எனவே சற்று எச்சரிக்கையுடன் பயன்படுத்தலாம்.

உள்புற உத்திரங்கள் B2 மற்றும் B3

நீளம் = 6 m

பளு :

சுய பளு = $6 \times 6 \times 2.5 = 90$ KN
சுமத்தப்பட்ட பளு = $4 \times 6 \times 2.5 = 60$ KN

150 KN

வளைப்பு திருப்பு விசை $= \dfrac{150 \times 6}{8} = 112.5$ KNm

வடிவக்குணகம் $= \dfrac{112.5 \times 10^6}{165} = 683 \times 10$ mm³

தொய்வைக் கட்டுப்படுத்த சடத்துவத் திருப்பு விசை

$I = 2.34 \times 10^5 \times 150 \times 10^3 \times (6000)^2$
$= 126.64 \times 10^6$ mm⁴

MB 350×52.4 Kg/m பயன்படுத்தவும்

$Zx = 779$ cm³ (779×10^3 mm³)
$Ix = 13630$ cm⁴ (136.3×10^6 mm⁶)
$A = 66.7$ cm²

நறுக்குத தகைவு $q = \dfrac{75 \times 10^3}{66.7 \times 10^2} = 112.4$ N/mm²

நறுக்குத் தகைவு = 94.5 N/mm²

குருத்துத் தகட்டை உறுதிப்படுத்த செதிள்களைப் பயன் படுத்தவும்.

வெளிப்புற உத்திரம் B4 இடைத்தூரம் = 5 m
சுய பளு B2 உத்திரத்தின் எதிர் வினை = 45 KN
சுமத்தப்பட்ட பளு B2 உத்திரத்தின் எதிர் வினை = 30 KN
சுவர், காப்பு இவற்றின் பளு 5×7 = 35 KN

மொத்த வளைப்பு திருப்பு விசை $= \frac{75 \times 5}{4} + \frac{35 \times 5}{8}$

$= 115.9$ KN m

நறுக்கு விசை $= \frac{35 + 75}{2} = 55$ KN

வடிவக் குணகம் $\frac{M}{pbc} = \frac{115.9 \times 10^6}{165}$

$= 7\ 06 \times 10^5\ mm^3$

நறுக்கு விசைக்கான பரப்பு

$$\frac{P}{q} = \frac{55 \times 10^3}{94.5} = 58.2 \times 10^2\ mm^2$$

MB 350 × 52.4 Kg/m

உத்திரத்தைப் பயன்படுத்தவும்

$Zx = 779\ cm^3$

$Ix = 13630\ cm^4$

$A = 66.7\ cm^2$

தொய்வு:

$$\delta = \frac{W_1 L^3}{48 EI} + \frac{5\ W^2\ L^3}{384\ EI}$$

$$\frac{l}{325} = \frac{l^3}{EI} \left\{ \frac{W_1}{48} + \frac{W^2}{76.8} \right\}$$

உரிய மதிப்புகளை எழுதி

$$I = \frac{(5000)^2 \times 325}{2 \times 10^5} \times \left\{ \frac{75 \times 10^3}{48} + \frac{35 \times 10^3}{76.8} \right\}$$

$= 8.12 \times 10^7\ mm^4$

$< 20.458 \times 10^7\ mm^4$

எனவே, உத்திரம் பொருத்தமானது.

உள் துறை உத்திரம்

பளு

சுயபளு: இரண்டு உத்திரங்களின் எதிர் வினை = 90 KN

சுமத்தப்பட்ட பளு: இரண்டு உத்திரங்களின்
எதிர் வினை = 60 KN

மொத்தப் பளு = 150 KN

வளைப்பு திருப்பு விசை $= \frac{150 \times 5}{4} = 187.5$ KN m

வடிவக் குணகம் $= \frac{187.5 \times 10^6}{165} = 11.35 \times 10^5$ mm³

நறுக்கு விசை = 75 KN

நறுக்கு விசையைத் தாங்கத் தேவையான பரப்பு

$$= \frac{75 \times 10^3}{945}$$

$$= 79 \text{ cm}^2$$

$$I_x = \frac{W}{48} \times \frac{L^2 \times 325}{2 \times 10^5}$$

$$= \frac{150 \times 10^3 \times (5000)^2 \times 25}{48 \times 2 \times 10^5}$$

$$= 12.69 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

MB 500 × 86.9 Kg/m

உத்திரத்தைப் பயன்படுத்தவும்

கூட்டு உத்திரங்கள் (Compound girders)

தேவைப்படும் துறைத் தூரத்திற்கேற்ற உருட்டு உத்திரத்தின் அளவு கிடைக்கும் உருட்டு உத்திர வடிவத்தைவிட அதிகமாக இருக்குமானால், கீழ்க்கண்ட உத்திகளில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும்.

(1) உருட்டு உத்திரத்தின் பட்டையங்கள் மேல் தகடுகளைப் பற்ற வைத்து ஒட்டி உத்திரத்தின் வலுவை அதிகரித்தல்

(2) சம உயரமுள்ள இரண்டு அல்லது அதிகமான உருட்டு உத்திரங்களை அடுத்தடுத்து அமைத்து அவற்றை இணைத்தோ வெறுமையாக வைத்தோ பளு தாங்கப் பயன்படுத்துதல்

(3) தகடுகளைக் கொண்டு கட்டுவித்த உத்திரங்களைப் பயன்படுத்துதல்

(4) தூலக்கட்டுகளைப் பயன்படுத்துதல்

ஒட்டு உத்திரங்கள் (plated girders)

சாதாரண உருட்டு உத்திரங்களின் பளுதாங்கும் வலிமை மூடித் தகடுகளைப் பட்டையங்களின் மேல் ஒட்டுவதால் அதிகரிக்கப்படுகிறது. இந்த மூடித் தகடுகள் ஒரு தனி உத்திரத்தின் மேலோ, இரண்டுக்கு மேற்பட்ட உத்திரத் தொகுதிகள் மேலோ அமைக்கப்படலாம்.

அமுக்கப் பட்டையத்திற்குப் பொருத்தமான தாங்கல் இல்லாத உருட்டு உதத்திரத்தின் மேல் பட்டையம் மட்டும் மூடித்தகடு பெற்று உறுதிப்படுத்தப்படலாம். மூடித்தகட்டிற்குப் பதிலாகப் 'ப' வடிவ உருட்டுச் சட்டங்களை அமுக்கப் பட்டையத்தின் மேல் பயன்படுத்தலாம்.

மூடித் தகடு கணக்கீடு

பெரும்பாலும் உத்திரத்தின் உயரம் முன்கூட்டியே நிருணயிக்கப்பட்டு விடுகிறது. உருட்டு உத்திர வடிவத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசை I_b எனில், பரப்பு A அளவுள்ள மேல், கீழ் மூடித்தகடுகளின் இடைகளுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளி h எனில், ஒட்டு உத்திரத்தின் மொத்த சடத்துவத் திருப்பு விசை

$$I = I_{bm} + \frac{Ah^2}{2}$$ என அமைகிறது.

வளைப்புப் பற்றிய தத்துவப்படி அதிகப்படி தகைவு

$$f = \frac{M}{I} \quad \frac{h}{2}$$

என எழுதலாம்.

M : வளைப்பு திருப்பு விசை

இத்தகைவு அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு p_{bc}-இற்குச் சமமானால்

$$\frac{Mh}{2\ p_{bc}} = Ibm + \frac{Ah^2}{2}$$

$$A = \frac{M}{p_{bc}h} - \frac{2Ibm}{h^2}$$

இந்தக் கணக்கீட்டில் பெறப்பட்ட மூடித்தகட்டின் பரப்பு 'A' என்ற அளவை 5% அதிகப்படுத்தி மூடித் தகட்டைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம்.

மூடித் தகடு இணைப்பு

உத்திரம் வளையும் பொழுது மூடித்தகடுகள் உத்திரத்திலிருந்து நேர்வாக்கில் நழுவ முயல்கின்றன. இது படம் 7.10இல் பெரிது படுத்தப்பட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த நழுவுதல் பட்டைய அறையாணிகளாலோ, பற்ற வைப்புகளாலோ தவிர்க்கப்படுகிறது, ஆனால், நழுவுதலை எதிர்த்து இந்த அறையாணிகளும் பற்றவைப்புகளும் கிடை நறுக்கு விசைக்கு ஆளாகின்றன.

இந்தக் கிடை நறுக்கு விசை, தோற்றுவிக்கப்படும் நறுக்குத் தகைவான

$q = \dfrac{VA\overrightarrow{Y}}{Ib}$ என்ற அளவுக்கேற்ற வண்ணம் இருக்கிறது.

படத்தில் நிழலிட்டுக் காட்டிய பகுதியிலுள்ள கிடை நறுக்குத் தகைவை அந்த இடத்திலுள்ள அறையாணிகள் தாங்குமாறு கணக்கீடு அமையவேண்டும். படத்தில் இரண்டு அறையாணிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. அகன்ற பட்டையங்கள் கொண்ட உத்திரங்களில் நான்கு அறையாணிகள் கூடப் பொருத்தப்படலாம்.

R என்பது பொருத்தப்படும் அறையாணிகளின் வலிமை யானால்,

$$R = b.p.q$$

$$= bp \frac{V A \bar{Y}}{Ib}$$

$$p = \frac{I R}{V A \bar{Y}}$$

இங்கு P ஆணியிடைத்தூரம்

I கூட்டு உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்புவிசை

V இலக்கிலுள்ள நறுக்கு விசை

A ஒரு பட்டையத்தின் மேலுள்ள மூடித் தகட்டின் பரப்பு

$\bar{Y}$ உத்திரத்தின் மையத்திலிருந்து மூடிப்பலகை மையத்திற்கான தூரம்

R பொருத்தப்படும் அறையாணிகளின் மொத்த வலிமை

பற்றவைத்த மூடிப்பலகைகள்

பற்ற வைத்த மூடிப்பலகைகளில் பற்ற வைப்பின் வலிமை 'S' எனில்

$$2S = \frac{V A \bar{Y}}{I}$$ என ஆகிறது

இடைவெளி கொண்ட பற்ற வைப்புகளைப் பயன்படுத்தினால் பற்றவைப்புகளுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தைக் கணக்கிட முன் அறையாணிகளுக்குப் பயன்படுத்திய சமன்பாட்டையே பயன்படுத்தலாம். இடைபெற்ற பற்ற வைப்புகளின் வலிமை R என ஆகிறது. இந்த இடைபெற்ற பற்றவைப்புகளைக் கொண்டு எதிரெதிராக இடைவெளி கொண்டோ, இரு புறமும் மாற்றி மாற்றி அமைத்தோ மூடித் தகடுகளை உத்திரத்துடன் இணைக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

6 m துறைத் தூரம் கொண்ட ஓர் உத்திரம் தாங்குமானங்களில் வெறுமையாகத் தாங்கப்பட்டு 80 KN/m என்ற மொத்தப் படர் பளுவைத் துறைத்தூரம் முழுவதும் ஏற்கிறது. மூடித் தகடுகள் கொண்ட ஓர் உத்திரத்தின் வடிவக் கணககீடு களைக் காண்க.

மூடித் தகடுகள் அறையாணிகளால் இணைக்கப்படுகின்றன. மொத்த அமுக்கப் பட்டையம் முழுமையாகத் தாங்கப் படுகிறது. உத்திரத்தின் உயரம் 600mm அளவுக்குட் பட்டிருக்க வேண்டும்.

மொத்தப் படர் பளு $W = 240$ KN/m

துறைத்தூரம் $l = 6$m

வளைப்பு திருப்பு விசை (M) $= \frac{Wl^2}{8} = \frac{240 \times 6^2}{8}$

$= 1080$ KNm

பட்டையத்தின் மேலுள்ள அனுமதிக்கப்படும் தகைவு (P_{bc})

$= 165$ N/mm^2

தேவையான வடிவக் குணகம் $= \frac{M}{P_{bc}} = \frac{1080 \times 10^6}{165}$

$= 6545$ cm^3

உத்திரத்தின் மொத்த உயரம் 600mm ஐக்கருத்தில் கொண்டு MB 550 உத்திரத்தைத் தேர்ந்தெடுப்போம்.

$I_{xx} = 648936 \times 10^4$ mm^3

$$A = \frac{M}{P_{bc}h} - \frac{2\ Ib_m}{h^2}$$

$$= \frac{1080 \times 10^6}{165 \times 550} - \frac{2 \times 64893.6 \times 10^4}{(550)^2}$$

$$= 7.61 \times 10^3$$

$$= 7610 \text{ mm}^2$$

பட்டையத்தின் அகலம் $= 190$ mm

மூடித் தகடு 250 mm அகலமுள்ளதாகக் கருதுவோம்

தேவையான பருமன் $\frac{7610}{250} = 30$ mm

$2 \times 16 = 32$ mm பருமனுள்ள தகடுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

இணைப்பு

பட்டையத்தின் பருமன் 19.3 mm

20 mm விட்டமுள்ள அறையாணிகளைத் தேர்ந்தெடுப்போம்.

அறையாணியின் நறுக்குவலு $= \frac{\pi \times (21.5)^2}{4} \times 80/10^3 = 29$ KN

அறையாணியின் தாங்குவலு $= \frac{21.5 \times 19.3 \times 250}{10^3} = 93$KN

ஆணியின் வலு (R) 29 KN

இரு ஆணிகளின் வலு $= 2 \times 29 = 58$

நறுக்கு விசை (V) $= \frac{80 \times 6}{2} = 240$ KN

முழுத் தகட்டின் பரப்பு $A = 32 \times 250 = 8000$ mm²

உத்திர மையம் முடித்தகடு இவற்றிற்கு இடைத்தூரம்

$$\bar{y} = 291 \text{ mm}$$

உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசை

$$I = 64893 \times 10^4 + 8000 \times (291)^2$$
$$= 1.32 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$P = \frac{IR}{V A \bar{Y}} = \frac{1.32 \times 10^9 \times 58 \times 10^3}{240 \times 10^3 \times 8000 \times 291}$$
$$= 137 \text{ mm}$$

ஆணியிடைத்தூரம் 125 எனக் கொள்க.

எடுத்துக்காட்டு

ஒரு கூட்டு உத்திரம் 700 KN பளு தாங்குமாறு வடிவமைக்கப் பட வேண்டும். தாங்குமானங்களுக்கு இடையே உள்ள துறைத் தூரம் 11m தாங்குமான நீளம் 150 mm. ஒரு கூட்டு உத்திரத்தை வடிவமைக்க. குருத்துத் தகட்டின் வலுவைச் சோதிக்க. கூட்டுத் தகடுகளை வெட்டிவிடும் நீளத்தைக் கணக்கிடுக. கூட்டுத்

தகடுகளை உத்திரத்துடன் இணைக்கும் பற்ற வைப்பின் அளவையும் மதிப்பிடுக. உத்திரத்தின் மேல் பட்டையம் போதுமான பக்கவாட்டுத் தாங்குதல் பெற்றது.

1. **பளு**

பரவலாக்கப்பட்ட பளுவின் மொத்த அளவு	700 KN
உத்திரத்தின் சுய பளு	10 KN
மொத்தப் பளு W	710 KN

2. துறைத்தூரம் $l = 11$ m

3. **விசைகள்**

வளைப்பு திருப்பு விசை

$$\frac{wl^2}{8} = \frac{710 \times 11^2}{8} = 976$$

நறுக்கு விசை $\frac{wl}{2} = \frac{710 \times 11}{2} = 5005$ KN

4. **வடிவக் கணக்கீடு**

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு $= 165$ N/mm²

தேவையான வடிவக் குணகம் $= \frac{976 \times 10^6}{165}$

அட்டவணைப்படி உள்ள உத்திரங்களில் அதிக வடிவக் குணகம் பெற்ற உத்திரம்

ISWB 600 $Z = 3854.2$ Cm³

எனவே, கூட்டு உத்திரத்தைப் பயன்படுத்துவோம்

உத்திரம் ISWB 600 × 145.1 Kg

பரப்பு 184.86 Cm²

உயரம் 600 mm

பட்டைய அகலம் 250 mm

பட்டைய பருமன் 23.6 mm

$I_{xx} = 106198.5$ Cm⁴

$Z_{xx} = 3540.0$

$$A = \frac{M}{p_{bc}h} - \frac{2\,I_{hm}}{h^2}$$

$$h = 600$$

$$A = \frac{976 \times 10^6}{165 \times 600} - \frac{2 \times 106198 \times 10^4}{600^2}$$

$$= 3958 \text{ mm}$$

மேலும், கீழும் 300 mm அகலம் 16 mm பருமன் உள்ள பட்டையத் தகடுகளைப் பயன்படுத்துவோம்

$$A = 4800 \text{ mm}^2$$

$$Ixx = 106198.5 + 2(30 \times 1.6) \times (30.8)^2$$

$$= 197267.9 \text{ cm}^4$$

$$Z_{xx} = \frac{197267.9}{31.6} = 6.24 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$> 5.91 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

பட்டையம் வெட்டும் இடங்கள்

உத்திரத்தின் I சட்டம் மட்டும் வளைப்பைத் தாங்கும் இடங்களில் பட்டையத் தகடுகள் தேவைப்படுவதில்லை. இந்த இடங்களில் தகடுகளை வெட்டிவிடலாம்.

உத்திர I சட்டத்தின் வளைப்பு தாங்குதிறன்
$\doteq$ வளைப்பு திருப்பு விசை

உத்திர I சட்டத்தின் தாங்கு திறன்

$$3540 \times 10^3 \times 165$$

$$= 584 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 584 \text{ KNmm}$$

$$355\,X - 64.5\,\frac{X^2}{2} = 584$$

$$= 11x - x^2 = 18.10 \qquad x^2 - 11x + 18.10 = 0$$

$$x = 2.02\text{m OR } 8.98\text{m}$$

இந்த இடங்களில் பற்றவைப்புக்காகக்கூடுதல் நீளம் கொடுக்கப் பட்டது. போக, மீதிப் பட்டையம் வெட்டப்படுகிறது.

வெட்டும் இடத்தில் உள்ள நறுக்கு விசை

$$= 355 - 64.5 \times 2.02 = 224.7 \text{ KN}$$

குவி பற்றவைப்புகளின் மேலுள்ள நறுக்குத் தகைவு $\frac{V A \bar{Y}}{I}$

$$= \frac{224.7 \times (30 \times 1.6)(30.8)}{197267.9}$$

$$= 1667.8 \text{ N/cm}. \quad 166.7 \text{ N/mm}$$

குவி பற்ற வைப்பின் குறைந்த அளவு பருமன் 6 இடையிட்ட பற்றவைப்பைப் பயன்படுத்தலாம்

150 mm நீளமுள்ள 6 mm பாதமுள்ள பற்றவைப்பின் வலு

$$= 0.7 \times 6 \times (150 - 2 \times 6) \times 102.5$$

$$= 58.5 \times 10^3 \text{ N}$$

பற்ற வைப்புகளுக்கு இடையில் உள்ள அதிக அளவு தூரம் 12t

$$12 \times 16 = 192 \text{ mm},$$

$$= 150 \text{ mm}$$

எனக் கொள்க

பற்றவைப்பின் மேல் விழும் பளு $= \frac{166.6 \times 300}{2 \times 10^3}$

$$25 \text{ KN} < 58.25$$

எனவே 6 mm குவி பற்ற வைப்பை 150 mm இடைவெளிகளில் அமைக்கவும்

குருத்துத் தகடு ஒல்லிவிகிதம்

ஒல்லிவிகிதம் $\sqrt{3} \quad \frac{d}{t}$

ஒல்லி விகிதம் $\frac{(600 - 2 \times 23.6)}{11.8} = 81$

அனுமதிக்கப்பட்ட அழுக்கத் தகைவு

அட்டவணையிலிருந்து $= 100 \text{ N/mm}^2$

வலு $= 100 \times 450 \times 11.8/10^3$

$$= 531 \text{ KN} > \frac{W}{2} = \frac{710}{2} = 355 \text{ KN}$$

எனவே, குருத்துத் தகடு சரியானது.

அட்டவணை 7.1

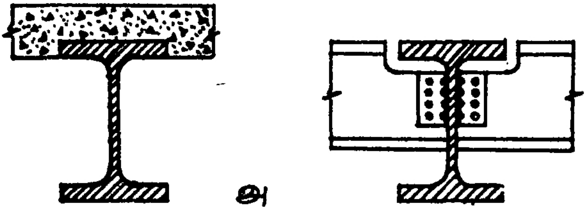
I — உத்திரம் மற்றம் ப சட்டங்களுக்கான வளைப்பினுக்காக அனுமதிக்கப்படும் அமுக்கத் தகைவுகள்

f_y : 250 N/mm² p_{bc} (N/mm²)

D/T→ l/ry ↓	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	50	60	80	100
40	161	161	160	160	160	160	160	159	159	159	159	159	159	159	159
45	161	160	159	159	158	158	158	157	157	157	157	157	157	157	157
50	160	158	158	157	156	156	156	155	155	155	154	154	15	4154	154
55	159	157	156	155	154	154	153	153	152	152	152	151	151	151	151
60	158	156	154	153	152	152	151	150	149	149	149	148	148	148	148
65	156	154	153	151	150	149	148	147	146	146	145	145	144	144	144
70	155	153	151	149	149	147	146	144	143	142	142	141	141	141	140
75	154	152	149	147	146	144	143	141	140	139	138	137	137	136	136
80	153	150	148	145	143	142	140	138	136	135	134	133	132	132	132
85	152	149	146	143	141	139	138	135	133	131	130	129	128	127	127

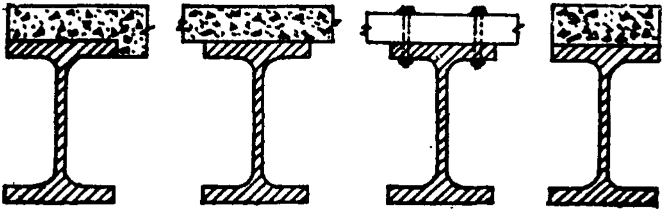
90	151	147	144	141	139	137	135	131	129	127	126	125	124	123	123
95	150	146	142	139	137	134	132	128	126	124	122	121	120	119	118
100	149	145	141	137	134	132	129	125	122	120	118	116	115	114	113
110	147	142	137	133	130	127	124	119	115	113	111	108	107	105	105
120	144	139	134	129	126	122	119	113	109	106	104	101	99	97	96
130	142	136	131	126	121	118	114	108	103	99	97	94	91	89	88
140	140	133	128	122	118	113	110	103	97	94	91	87	85	82	81
150	138	131	124	119	114	109	105	98	92	88	85	81	78	76	74
160	136	128	121	115	110	106	101	93	87	83	80	75	73	70	68
170	134	126	119	112	107	102	98	89	83	79	75	70	68	64	63
180	131	123	116	109	104	99	94	85	79	74	71	66	63	60	58
190	129	121	113	106	101	95	91	82	75	71	67	62	59	55	54
200	127	118	111	104	98	92	88	79	72	67	63	58	55	51	50
210	125	116	108	101	95	90	85	76	69	64	60	55	52	48	46

D/T→ / l/ry ↓	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	50	60	80	100
220	123	114	106	99	92	87	82	73	66	61	57	52	49	45	43
230	122	112	103	96	90	84	80	70	63	58	55	49	46	42	40
240	120	110	101	94	87	82	77	68	61	56	52	47	43	40	38
250	118	108	99	92	85	80	75	65	59	54	50	44	41	37	35
260	116	106	97	89	83	77	73	63	57	52	48	42	39	35	33
270	114	104	95	87	81	75	71	61	55	50	46	41	37	33	31
280	113	102	93	85	79	73	69	59	53	48	44	39	35	32	30
290	111	100	91	84	77	72	67	58	51	46	42	37	34	30	28
300	109	98	89	82	75	70	65	56	49	45	41	36	32	29	27



அ

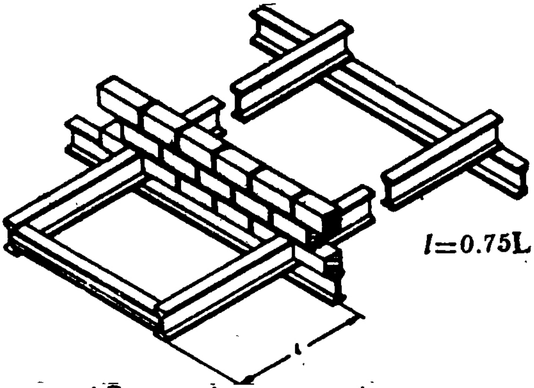
கிடை அணைப்பு பெற்ற அமுக்கப் பட்டையங்கள்



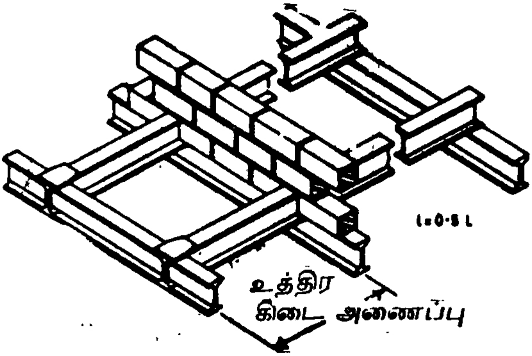
ஆ

கிடை அணைப்பு பெறாத அமுக்கப்பட்டைகள்.

படம் 7.1.

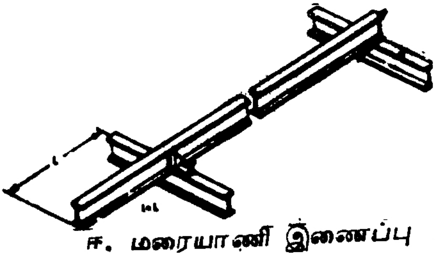


அ. உத்திர குருத்து அணைப்பு



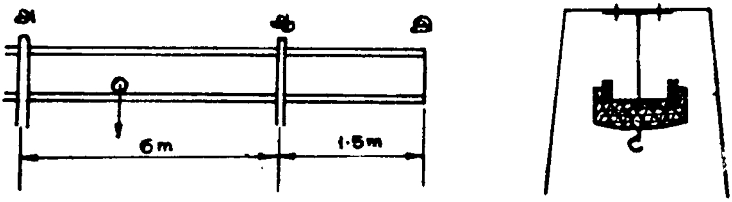
ஆ. பல அங்கணம் தொடரும் மூகப்பு உத்திரம்

இ. நீண்ட மரையாணி

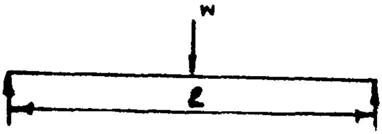


ஈ. மரையாணி இணைப்பு

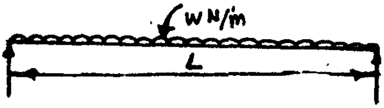
7.2 துருத்துவிட்ட செயல்படு நீளங்கள்



7.3 எடுத்துக்காட்டு 7.2



$$\delta = \frac{WL^3}{48\epsilon I} = \delta_{max}$$

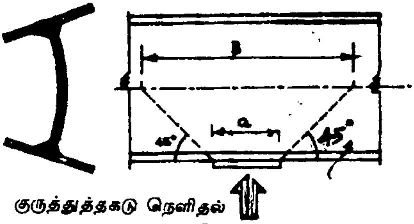


$$\delta = \frac{WL^4}{384.I} = \delta$$

$\epsilon = 2 \times 10^5$ N/mm^2

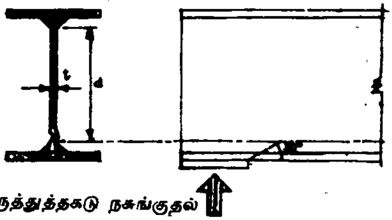
I = உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்புவிசை

7.4 தொய்விற்கான சமன்பாடுகள்



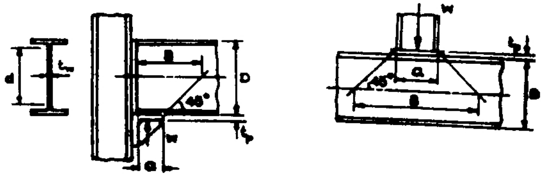
அ. குருத்துத்தகடு நெளிதல்

அ



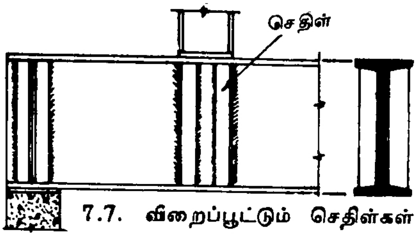
ஆ. குருத்துத்தகடு நசுங்குதல்

படம் 7.5.

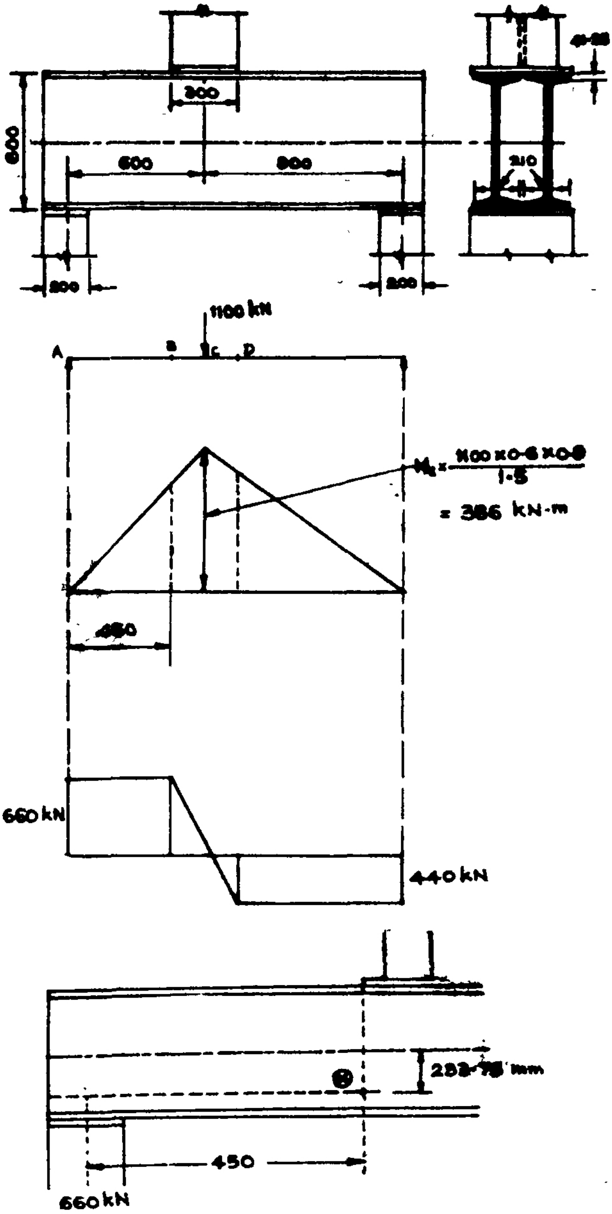


அ. தாங்குமானம் ஆ. குவிபளு அடித்தகடு

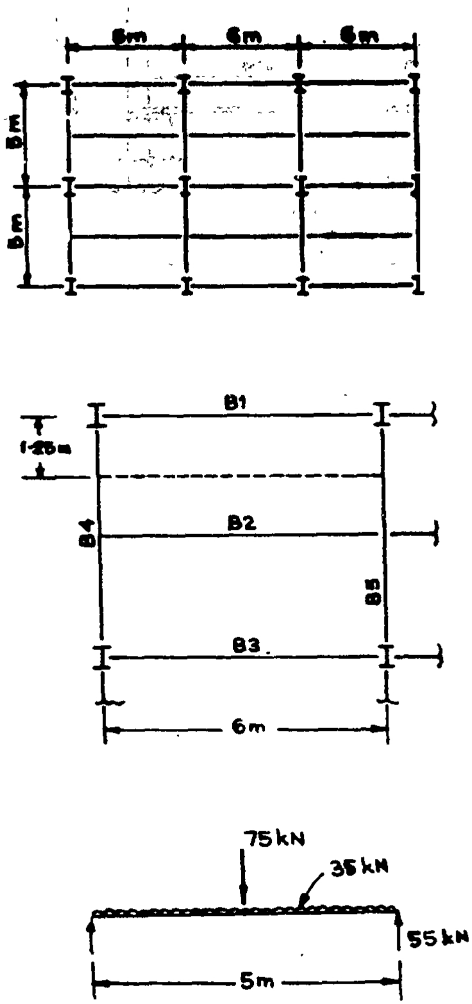
7.6. தாங்கு நீளங்கள்



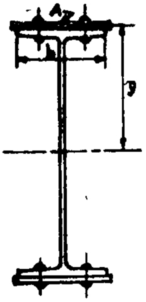
7.7. விறைப்பூட்டும் செதிள்கள்



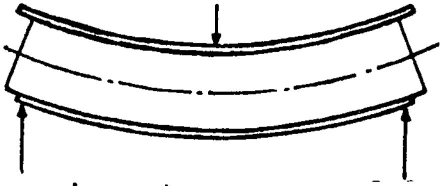
7.8. எடுத்துக்காட்டு 7.5



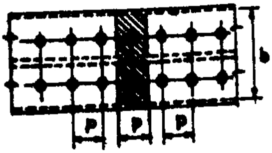
7.9. எடுத்துக்காட்டு 7.7



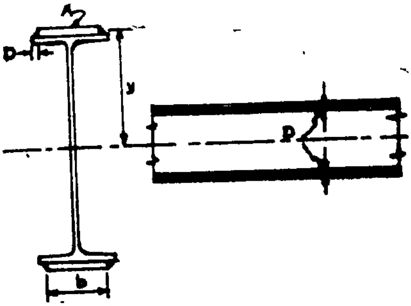
அ. கூட்டு உத்திர அமைப்பு



ஆ. பட்டையத் தகடு நழுவுதல்

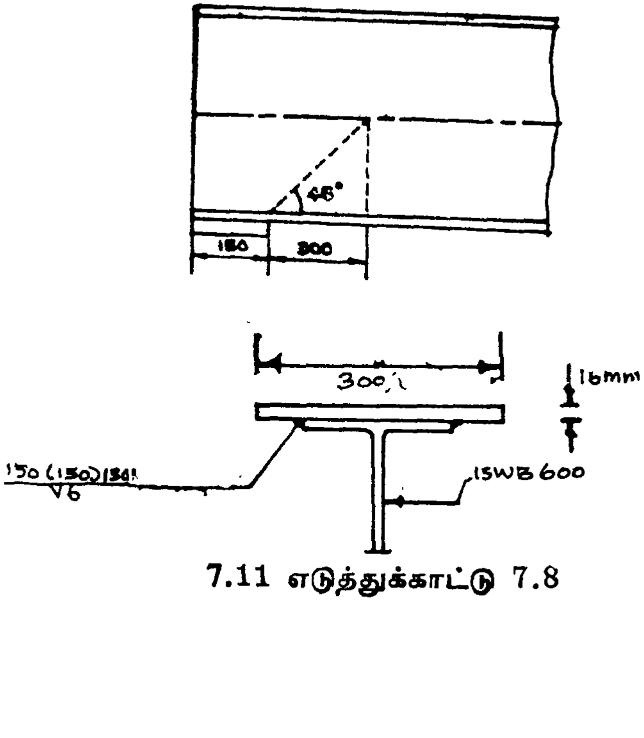


இ. பட்டையத் தகட்டு அறையாணி

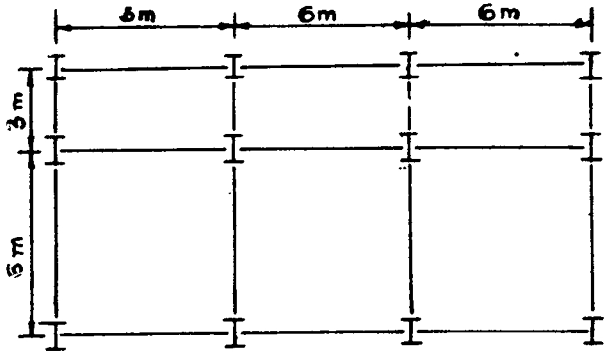


ஈ. பற்றவைத்த
கூட்டு உத்திரங்கள்

7.10. கூட்டு உத்திரங்கள்



7.11 எடுத்துக்காட்டு 7.8



வினா. 7.1

8. தகட்டு உத்திரங்கள் (Plate girders)

அதிகப் பளுவைத் தாங்குவதற்கோ, நீண்ட துறைத் தூரத்திற்குப் பாலமாகப் பயன்படுவதற்கோ சாதாரண உருட்டு உத்திரங்கள் போதுமானவைஅல்ல. சில வேளைகளில் வேண்டிய உருட்டு உத்திரம் கிடைக்காமல் போய் விடுவதும் உண்டு. சில சூழ்நிலைகளில் தனிப்பட்ட வடிவம் கொண்ட உத்திரங்களைத் தேடவேண்டியும் வரலாம். இந்தச் சூழ்நிலை களிலும் தகட்டு உத்திரங்கள் கட்டுமானங்களில் பயன்படு கின்றன. இரும்புத் தகடுகளையும் ட சட்டங்களையும் கொண்டு தகட்டு உத்திரங்கள் கட்டப்படுகின்றன.

பிணைத்தலைப் பொருட்டு, தகட்டு உத்திரங்களைப் பற்ற வைத்த தகட்டு உத்திரங்கள், அறையாணி கொண்ட தகட்டு உத்திரங்கள் என்று இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

8.1 வடிவக் கணக்கீடுக்கான கருத்துக்கள்

தகடுகளைக் கொண்டு I வடிவமாகவோ, பெட்டக வடிவ மாகவோ உத்திரங்களைக் கட்டலாம். இவ்வகை வடிவங்கள் படத்தில் (எண். 8.1) காட்டப்பட்டுள்ளன.

8.1.1 பளுக்களும் தகைவுகளும்

தளப்பலகைகள் தள விட்டங்கள், தூண்கள் இவற்றிலிருந்து பெறப்படும் பளுக்களை உத்திரங்கள் தாங்குகின்றன.

வளைப்புத் தகைவும், நறுக்குத் தகைவும் உத்திரத்திற்கான தகைவுகளில் முக்கியமானவை. உத்திரத்தின மேல் விழும்

வளைப்பு திருப்பு விசையின் பெரும் பங்கைப் பட்டையத் தகடுகள் ஏற்கின்றன. குருத்துத் தகடு ஏறத்தாழ உத்திரத்தின் முழு நறுக்கு விசையையும் தாங்குகிறது.

தகட்டு உத்திரங்கள் பருமன் குறைந்த தகடுகளால் கட்டப் படுகின்றன. அத்தகைய தகடுகள் பளுவினால் நெளிந்து உருக்குலைந்து, செயலிழக்காமல் காக்க வடிவக் கணிப்பில் பெருங்கவனம் செலுத்தவேண்டும். பட்டையம் மற்றும் குருத்துத் தகடுகளின் அகலம் அல்லது உயரம், பருமன் இவற்றிற்கான அதிக அளவுகள் நிருணயிக்கப்பட்டுள்ளன. குவி பளு தாங்கப்படும் இடங்களிலும், தாங்குமானங்களிலும், மெல்லிய தகடுகளில் இடை இடையேயும், விறைப்பூட்டும், செதிள்கள் (stiffener) குருத்துத் தகட்டோடு பொருத்தப்பட்டு உள்ளன. இவ்வகைச் செதிள்களுக்கான கோட்பாடு கணக்கீடு முறைகள், பட்டறை வழி முறைகள் என்ற இரண்டையும் கருத்தில் கொண்டு ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

8.1.2 தகட்டு உத்திர உயரம்

தகட்டு உத்திரம் அமைக்கப்படும் அறையின் துறைத் தூர அளவைக கருத்தில் கொண்டு உத்திரத்தின் உயரத்தை நிருணயிப்பதும் உண்டு. மெரும்பாலும் வடிவக் கணக்கீட்டுப் பொறியாளராலேயே உத்திரத்தின் உயரம் நிருணயிக்கப்படு கிறது. சாதாரண பளுக்களுக்கு உத்திரத்தின் உயரத்தைத் துறைத்தூரத்தின் பங்காக எடுத்துக் கொள்ளலாம். குறைந்த பளுக்கொண்ட நீண்ட உத்திரங்களுக்கு, உயரம் $\frac{1}{15}$ – $\frac{1}{30}$ பங்கு துறைத் தூரமாகக் கொள்ளலாம். பட்டையத் தகட்டின் அகலம், உத்திர உயரத்தில் 3-இல் 1 பங்காகக் கொள்ளலாம்.

உத்திரத்தின் உயரத்தை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, பட்டையத் தகட்டின் பருமன் குறைகிறது. ஆனால், நெளிதலைத் தவிர்க்க உயரமான குருத்துத் தகடுகளின் பருமன் கூடுகிறது. அல்லது குருத்துத் தகடுகளில் அதிகச் செதிள்கள் பொருத்தப்பட வேண்டும். சில உத்திரங்களில் தேவைக்குத் தகுந்த உயரம்

மாறுபடுமாறு அமைக்கப்பட்டு எடைச்குறைப்புச்கு வழி காணப்படுகிறது. பொருள் சிக்கனத்தை முன்னிட்டு உத்திரத்தின் உயரத்தைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடு கொண்டு கணக்கிடுதலும் உண்டு.

$$d = k_1 \sqrt{\frac{M}{p_{bt} \cdot t_w}}$$

M = வளைப்பு திருப்பு விசை

p_{bt} = வளைப்புத் தகைவு

t_w = குருத்துத் தகட்டின் பருமன்

K_1 = 3.5 அறையாணி கொண்ட உத்திரங்களுக்கு

3.0 பற்றவைப்புக் கொண்ட உத்திரங்களுக்கு

8.1.3 பட்டையங்களில் வளைப்புத் தகைவுகள் அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு

நிலையாகப் பொருத்தப்பட்ட சாதாரண பட்டையங் களுக்கு வளைப்புத் தகைவாக 157.5 N/mm² என்ற அளவு அனுமதிக்கப்படுகிறது. தகடுகளின் பருமன் அதிகமானால் அனுமதிக்கப்படும் தகைவுகள் குறைக்கப்பட்டு. வளைப்புத் தகைவாக 150 N/mm² என்ற அளவு அனுமதிக்கப்படுகிறது. நிலையாகப் பொருத்தப்படாமல் அளவையில் நெளியும் வாய்ப்புள்ள அமுக்கத் தகைவுகொண்ட பட்டையங்களுக்கான அனுமதிக்கப்படும் தகைவு IS 800-இல் குறிப்பிட்டப்படி, அட்டவணைகளின் துணைகொண்டு கணக்கிடப்படவேண்டும். (அட்டவணை 7.1)

8.1.4 உத்திரத்தின் உருவத்தில் மாற்றம்

வளைப்பு திருப்பு விசைக்கு ஏற்றவண்ணம் பட்டையங்கள் வெட்டப்படுகின்றன. அல்லது பட்டையங்களின் பருமன்கள் குறைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை மாற்றங்கள் பெற்ற உத்திர வடிவங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன (படம் 8.2) வெறுமையாகத் தாங்கப்படும் உத்திரங்களில் அதிக அளவு வளைப்பு திருப்பு விசை உத்திரத்தில் மையத்தில் விளைகிறது.

இந்த விசை உத்திரங்களில் தாங்குமானங்களை நோக்கிச் செல்லச் செல்லக் குறைகிறது. வளைபபுக்கு ஏற்ற வண்ணம் மையத்தில் உயரத்தை அதிகரித்தும் தாங்குமானங்களில் உயரத்தைக் குறைத்தும் கட்டப்படும் உத்திர வகைகளைப் படத்தில் (படம் 8.3) காணலாம்.

இவ்வகை உத்திரங்களைக் கட்டுவிப்பதில் உள்ள இன்னல்களால், இன்று இவ்வாறான உயரம் மாறுபட்ட உத்திரங்கள் அமைக்கப்படுவதில்லை.

உறுதியான மூட்டுகள் கொண்ட துருத்து விட்டங்களிலும், தொடர் உத்திரங்களிலும் தாங்குமான முனைகளில் அதிக வளைப்பு திருப்புவிசை நிகழ்கிறது. எனவே, அப்பகுதிகளில் உத்திரங்கள் சற்றுக் கூடுதல் உயரம் கொண்டு படத்தில் கண்ட வண்ணம் அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை உத்திரங்களுக்கான வடிவக் கணக்கீடு முறைக்ளை உயரிய கணக்கீடு நூல்களில் காணலாம்.

8.2 பட்டையங்களின் வடிவக் கணக்கீடு

மேல்,கீழ் பட்டையங்களின் பரப்பு A_f எனக் கொள்வோம். உத்திரத்தின் உயரம் 'd' எனவும் அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு p_{bt} எனவும் கொண்டு உத்திரத்தின் எதிர் வளைப்பு திருப்பு தாங்கும் வலிமையை முறைப்படி கணக்கிடுவோம் (படம் 8.4)

உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$I = 2\,A_f\,\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \frac{d^3\,t}{12}$$

$$= \left(A + \frac{A_w}{6}\right)\frac{d^2}{2}$$

கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டில்

$$\frac{M}{I} = \frac{f}{y}$$

உரிய குறியீடுகளைக் குறிப்பிட்டால்

$$\frac{M}{\left\{A + \frac{A_w}{8}\right\}\frac{d^2}{2}} = \frac{p_{b\,t}}{d/2}$$

$$M = p_{bt}\left(A + \frac{A_w}{6}\right) d$$

அறையாணிகள் கொண்ட தகட்டு உத்திரங்களுக்கு அறையாணிகளுக்கான துளைகளைக் கருத்தில் கொண்டு, இந்தச் சமன்பாடு ஊகமாக

$$M = \left(Af + \frac{A_w}{8}\right) d$$

எனக் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வகை உத்திரங்களில் இழுப்பு விசை தாங்கும் பட்டையங்களில் உள்ள துளைகளின் பரப்பு, அதன் மொத்தப் பரப்பிலிருந்து நீக்கப்படவேண்டும். அறையாணி கொண்ட தகட்டு உத்திரத்தின் வடிவை ஏறத்தாழக் கண்ட பின்பு, முறைப்படி வடிவத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசையைக் கணக்கிட்டு, தகைவைச் சோதிக்கவேண்டும்.

பட்டையத் தகடுகள் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் தூரம் கீழ்க்காணும் வகையில் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது (படம். 8.4)

அமுக்கத் தகைவு கொண்ட பட்டையம்	16t
இழு தகைவு கொண்ட பட்டையம்	20t

அறையாணிகள், மரையாணிகள் இவை கொண்ட உத்திரங்களில் பட்டையத்தில் பரப்பில் சட்டங்களின் பங்கு அதிக அளவு இருக்கவேண்டும் (மூன்றில் ஒரு பங்குக் குறைவில்லாமல்) பட்டையத் தகடுகளின் எண்ணிக்கை குறைந்த அளவில் இருக்க வேண்டும்.

8.3 பட்டையத் தகடுகளின் மூட்டு (flange splice)

உத்திரம் மிக நீண்டதானால் வழக்கமான நீளமுள்ள தகடுகள் முழு நீளப்பட்டையத்திற்கும் போதுமானதாக இருக்காது. அவ்வேளைகளில் மற்றொரு தகட்டை முதல் தகட்டோடு மூட்டிப் பிணைத்துப் பட்டையததை நீட்ட வேண்டும். இவ்வகை மூட்டுகள் அதிகத் தகைவு உள்ள இடங்களில் இருக்கலாகா. மூட்டுப் பலகையைப் பயன் படுத்தினால் அந்தப் பலகையின் பரப்பு, பட்டையப் பலகையின் பரப்பைவிட 5% அதிகமானதாக இருக்கவேண்டும். பட்டையத்தகட்டின் வலுவைவிட 5% அதிகமான வலு இருக்கு மாறு அறையாணிகளும், பற்றவைப்புகளும் இருக்கவேண்டும். மூட்டிணைப்புப பற்ற வைப்புகள் தகடுகளில் முழு ஊடுருவுதல் பெற்றுத் தகடுகளை இணைப்பதாக அமைய வேண்டும்

8.4 பட்டையம் - குருத்துத் தகடு இவற்றின் இணைப்பு (flange -web Joints)

தகட்டு உத்திரங்களின் பட்டையங்கள் கிடை நறுக்கு விசையைக் காக்கும் வண்ணம் போதுமான அறையாணி அல்லது பற்றவைப்புகள் கொண்டு குருத்துத் தகட்டோடு இணைக்கப்படவேண்டும். வளைப்பால் நிகழும் இந்த இடை நறுக்குத் தகைவுகளுடன், குத்து விசைகளால் நிகழும் நேர் நறுககுத் தகைவுகளும் சேர்க்கப்படவேண்டும். இரண்டுவேளை களில் இந்த நேர் நறுக்குத் தகைவுகளைப் பொருட்படுத்த வேண்டுவதில்லை:-

(1) தாங்கு செதிள்கள் வழியாக நேரடியாகப் பட்டையங் களிலிருந்து குறுத்துத் தகட்டிற்குத் தகைவு செலுத்தப் படும் வேளை

(2) குருத்துத் தகடு நன்றாக இழைக்கப்பட்டு, அதன் மேல் பட்டையத் தகடு அமைந்து பற்ற வைக்கப் பட்டுப் பளு தாங்கும் வேளை.

இவ்விரு வேளைகளிலும் குருத்துத் தகடு தாங்கு விசையால் பட்டையத் தகட்டின் மேல் விழும் நேர் பளுக்களைத் தாங்குகிறது எனக் கூறலாம்.

அலகு நீளத்தில் அமையும் நறுச்கு விசை வழக்கமான, கீழ்க்காணும் சமன்பாடு கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$q = \frac{VQ}{I}$$

V = நறுக்கு விசை

Q = இணைப்பிற்கு மேல் உள்ள பகுதியின் பரப்பின் முதல் திருப்பு விசை

I = உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்பு விசை

q = அலகு நீளத்தில் விளையும் நறுக்கு விசை (N/mm)

இந்த நறுக்கு விசையைத் தாங்கும் வண்ணம் அறையாணியின் இடைத்தூரமும், பற்றவைப்பின் அளவும் அமைசக்கப்பட வேண்டும்.

8.5 குருத்துத் தகடுகள்

குருத்துத் தகட்டின் உயரம் படத்தில் (படம். 8.5) கண்டபடி கணக்கிடப்படுகிறது. இந்தத் தகடுகள் பட்டறைகளில் உத்திரங்கள் கட்டுவிக்கப்படும் நேரத்தில் சேதமுறாமல் இருப்பதற்காகவும், சாதாரண பளுவை ஏற்கும்பொழுது நெளியாமல் இருப்பதற்காகவும் சில குறிப்புகள் வரையறுக்கப் பட்டுள்ளன. அவற்றின் முக்கியமானவை கீழே குறிக்கப் பட்டுள்ளன.

(1) உறுதிப்படுத்தப்படாத குருத்துப் பலகையின் பருமன் $\frac{d}{85}$ ஆக இருக்க வேண்டும்.

(2) குத்துச் செதிள்கள் கொண்டு உறுதிப்படுத்தப்பட்ட உத்திரங்களில் உயரத்தின் $\frac{1}{180}$ ஆகக் குருத்துப் பலகையின் பருமன் அமைய வேண்டும்.

கிடையாக அமைக்கப்பட்ட செதிள்களைப் பெற்ற தகட்டு உத்திரங்களின் குருத்துத் தகடுகளுக்கும் இந்த விதி பொருந்தும். கிடைச் செதிள்கள். குத்துச் செதிள்களின் அமைப்பு படத்தில் (படம். 8.6) காட்டப்பட்டுள்ளது.

(3) குருத்துத் தகட்டின் குறைந்த அளவு பருமன் சாதாரண உத்திரங்களுக்கு 6 mm ஆகவும் பாரந் தாங்கும் உத்திரங்களுக்கு 8 mm ஆகவும் நிருணயிக்கபபட்டுள்ளது.

(4) குருத்துத் தகட்டிற்கும் பட்டையத் தகட்டிற்கும் இடையே உள்ள சந்து மிகவும் குறைவாக இருக்க வேண்டும். பற்ற வைத்த உத்திரங்களில் இந்தச் சந்து 1 5 mm அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கக் கூடாது.

(5) குருத்துத் தகட்டின் முழு உயரத்தைப் பருமனால் பெருக்கி, அதன் பரப்பைக் கணக்கிடவேண்டும்.

(6) செதிள்களின் அங்கணத்தூரத்திற்குத் தக்கவண்ணம் குருத்துத்தகடு தாங்கும் நறுக்குத் தகைவு ஆகிறது. இந்தத் தகைவுகளை உரிய அட்டவணையில் காணலாம் (அட்டவணை is 800) (அட்டவணை 8.1).

8.6 நாக்குப் பலகைகள் (tongue plates)

சில வேளைகளில் தகட்டு உத்திரத்தின் குருத்துப் பலகையின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி அதிக நறுக்கு விசையைத் தாங்க வேண்டிவரலாம். அவ்வேளைகளில் கூடுதல் தகடுகள் கொண்டு பட எண் 8.5-இல் கண்டபடி குருத்துத் தகட்டை உறுதிப்படுத்தலாம். இந்தத் தகடுகள் முக்கியக் குருத்துத் தகட்டின் இரு புறங்களிலும் அமைக்கப்படவேண்டும். கூடுதல் பலகைகள் தாங்கும் நறுக்கு விசை அவை பட்டையத்திற்குக் கடத்தும் கிடை நறுக்கு விசைக்குச் சமமானதாகும்.

8.7 குருத்துப் பலகை மூட்டு (web splice)

ஆலைகளில் தயாரிக்கப்படும் தகடுகள் வரையறுக்கப்பட்ட நீளம் கொண்டவை உத்திரத்தின் நீளம் இந்த அளவைவிட

அதிகமானதனால் குருத்துப் பலகையில் மூட்டு அமைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வகை மூட்டுகள் அதிக நறுக்கு விசை, காணும் பகுதிகளிலிருந்து அப்பால் அமைக்கப்பட வேண்டும். குருத்துத் தகடு மூட்டும், பட்டையத் தகடு மூட்டும் ஒரே இடத்தில் அமையலாகாது. மூட்டப்படும் இடத்தில் இருக்கும் வளைப்பு திருப்பு விசை, நறுக்கு விசை இவற்றை ஏற்கும் வண்ணம் குருத்துத் தகட்டின் இரு புறமும் கூடுதல் மூட்டுப் பலகைகள் அறையாணிகளாலோ, பற்றவைப்பாலோ பொருத்தப்பட வேண்டும். குருத்துத தகடு மூட்ட வைப்பு வகைகளைப் படம் காட்டுகிறது. (எண் 8.7 முதல் 8.9 வரை)

8.8 குருத்துத் தகடுகளின் செதிள்கள் (web stiffeners)

8.8.1 இடைத் செதிள்கள் (Intermediate stiffeners)

நறுக்கு விசையையும், அமுக்க விசையையும் ஒருங்கே தாங்கும் குருத்துத் தகடுகள் நெளியாமல் காக்கும் வண்ணம, அத்தகட்டைச் சிறுதுறைகளாகப் பிரிக்க அமையும் அமைப்பே இடைச் செதிள்கள் ஆகும். இடைச் செதிள்களின் பயனை, படம் 8.10 காட்டுகிறது. இடைச் செதிள்கள் அமைப்பதன் மூலம் நெளிய வாய்ப்புள்ள குருத்தின் நீளம் குறைக்கப்பட்டு, குருத்துத் தகடு உறுதிப் படுத்தப்படுகிறது. இடைச் செதிள்கள் குத்தாகவும் கிடையாகவும் அமைக்கப்படுகின்றன. தேவைப் படும் இடைச் செதில்களின் தன்மையைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை 8.2 தெளிவாக்குகிறது.

அட்டவணை 8.2

குருத்துத் தகட்டின் பருமன்		தேவைப்படும் இடைச் செதில்கள்
$\frac{d}{85}$ இற்கு அதிகம்	:	தேவைப்படுவதில்லை
$\frac{d}{85} - \frac{d}{200}$	:	குத்துச் செதில்கள்

$\frac{d}{200} - \frac{d}{250}$: குத்துச் செதிள்களுடன் அமுக்க விசை பட்டையத்திலிருந்து 0.1 கீழ் கிடைச் செதிள்

$\frac{d}{250} - \frac{d}{270}$: மேற்கண்ட செதிள்களுடன், நடு அச்சின் ஊடே இரண்டாம் கிடைச் செதிள்.

செதிள்கள் மட்டும் பயன்படுத்தப்படும்பொழுது தாங்குதலற்ற குருத்துத் தகட்டுத் துறையின் நீளம் 210 t-இற்கு அதிகமாகவும், உயரம் 180t-இற்கு அதிகமாகவும் இருக்க அனுமதிக்கப்படுவதில்லை (படம் 8.11). தவிரவும், இடைக்குத்துச் செதிள்களின் இடைவெளி 1.5 d என்ற அளவினுக்கு அதிகமாகவும் இருப்பதில்லை (d:உத்திரக் குருத்துத் தகடு உயரம்).

8.8.2 குத்து இடைச் செதிள்கள்

குருத்துத் தகட்டின் மேல் அனுமதிக்கப்படும் தகைவு இடைச் செதிள்களின் இடைவெளியைப் பற்றி மாறுகிறது. IS 800 — 1984 இந்தத் தகைவுகளை அட்டவணைப்படுத்தியுள்ளது. இந்தத் தகைவுகள் அட்டவணை 8.1-இல் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

குத்து இடைச் செதிள்கள் 0.33 d முதல் 1.5 d வரை கொண்ட இடைத்தூரம் கொண்டு அமைக்கப்படுகின்றன. பட்டையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் அல்லது பட்டையட சட்டங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் அந்தச் சட்டங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம், d எனக் கணக்கிடப்படுகிறது.

இந்தச் இடைச் செதிள்கள் கீழ்ப் பட்டையத்திலிருந்து மேல் பட்டையம் வரை இருக்க வேண்டும். ஆனால், பட்டையங்களுடன் எவ்விதப் பிணைப்புமின்றிப் பொருத்தப்பட வேண்டும். செதிள்கள் தொடர் பற்றவைப்பு, இடையிட்ட பற்ற வைப்பு, அறையாணிகள் இவை கொண்டு குருத்துத் தகட்டோடு இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த இணைப்புகள் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளுக்கு ஏற்ற வலுப்பெற்றவையாக இருக்க வேண்டும்.

$$S = \frac{t^2}{20h}$$

S = இணைப்பின் வலு KN/mm

t = குருத்துத் தகட்டின் பருமன் (mm)

h = செதிள்கள் முன் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் தூரம் (mm)

செதிள்கள் குருத்துத் தகட்டிலிருந்து வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் தூரம் 16 t (குருத்துத் தகட்டின் பருமன்) என்ற அளவுக்கு அதிகமாக அனுமதிக்கப்படுவதில்லை. தட்டைத் தகடுகள் வழக்கமான செதிள்களாகப் பயன்படு கின்றன.

ㄴ சட்டங்களும் T சட்டங்களும் கனமான உத்திரங்களின் செதிள்களாகச் செயல்படுகின்றன. இந்தச் செதில்களின் சடத்துவத் திருப்புவிசை I கீழ்க்கண்ட அளவேனும் இருக்க வேண்டும்.

$$I = \frac{1.5d^3\ t^3}{s^2}$$

I = ஓர் இணை செதிள்களின், குருத்துத் தகட்டின் மையத்திற் கான சடத்துவத் திருப்புவிசை.

அல்லது ஒற்றைச் செதிளின், குருத்துத் தகட்டின் புகப் பிற்கான சடத்துவத் திருப்புவிசை

t = குருத்துத் தகட்டின் தேவையான பருமன்

s = செதிள்களுக்கு நடுவிலான அதிகமாக அனுமதிக்கப்பட்ட இடைவெளி

ஒற்றைச் செதிள்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் அவை குருத்துத் தகட்டிற்கு இருபுறமும் மாற்றி மாற்றி இடைவெளி கொண்டு அமைக்கப்படவேண்டும்.

கிடைச் செதில்கள்

கிடைச் செதிள்கள் குத்துச் செதிள்களுக்கு இடையே அமைக்கப்படவேண்டும். இவை தொடர் அங்கமாக இருக்க

வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை. ஒற்றையாகவோ, குருத்துப் பலகையின் இருபுறமும் இணையாகவோ அமைக்கப்படலாம்.

8.8.3 பளுதாங்கு செதிள்கள் (Load bearing stiffeners)

குருத்துத் தகடு, நேரடியாகக் கனமான பளுவை ஏற்காமல் காற்றுப் பளு ஏற்கும் அமைப்பே இத்தகைய செதிள்கள் ஆகும். குவி பளு தாக்கும் இடங்களிலும் தாங்குமானங்களிலும் இவை அமைக்கப்படுகின்றன. இவை தாங்கு வலு, மற்றும் குட்டைத் தூணாகப் பளு ஏற்கும் திறன் இவற்றை முன்னிட்டு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

படத்தில் கண்ட உத்திரத்தின் மேலுள்ள பளு W வை ஏற்கும் செதிள்களைக் கருதுவோம். செதிள்களின் நிகரப் பரப்பு (A_b) இந்தத்தாங்கு தகைவை ஏற்கிறது எனக் கருது வோம்.

பத்திரமாகத் தாங்கும் பளு $W = 189\ A_b$

A_b = செதிள்களின் பரப்பு (mm^2)

அனுமதிக்கப்பட்ட தாங்கு தகைவு $= 189\ N/mm^2$

பட்டையப் பற்ற வைப்புக்களைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுச் செதிள் தகட்டின் மூலை செதுக்கப்பட்டிருப்பதைக் கவனிக்க வேண்டும்.

செதிள்களிலிருந்து பளு குருத்துத்தகட்டிற்கு மாற்றப்படு கிறது. இந்த மாற்றம் செதிள் குருத்துத்தகடு இவற்றுக் கிடையே உள்ள குவி பற்ற வைப்பு மூலம் நிகழ்கிறது. இந்தப் பற்றவைப்பு தொடர் பற்றவைப்பாக இருக்க வேண்டும்.

இறுதியாக இந்தச் செதிள் 0.7 d உயரம் கொண்ட ஒரு குட்டைத் தூணாகச் செயல்படுகிறது. செதிள்களின் இரு புறமும் குருத்துத் தகட்டின் பருமனைப் போல் இருபது மடங்கு அளவுள்ள தூரம் அமுக்கத் தகைவைத் தாங்கச் செதிள்களுடன் செயல்படுகிறது எனப்பாவிக்க வேண்டும். செதில்களின் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் அகலம்

தட்டையான தகடுகளுக்கு 12t ஆகவும சட்டங்களுக்கு 16 t ஆகவும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

கடை பாரம்தாங்கு செதிள்களுடன் (end load bearing stiffener) குருத்துத் தகட்டின் பருமனைப் போல் பத்து மடங்கு அளவுள்ள தூரம் அழுக்கத் தகைவைப் பகிர்ந்து கொள்கிறது

எடுத்துக்காட்டு 8.1

ஒரு தகட்டு உத்திரம் 12m துறை நீளம் கொண்டது. அதன் விளிம்புகள் வெறுமையாகத் தாங்கப்படுகின்றன. உத்திரம் இரண்டு 800KN குவி பளுக்களை, ஒவ்வொரு நுனியிலிருந்தும் 4m தொலைவில் தாங்குகிறது. இது தவிர உத்திரத்தின் பளு உள்ளிடாத சீரான பரவு பளுவான 26 KN/m துறை நீளம் முழுவதிலும் உத்திரம் தாங்குகிறது. குவி பளுக்கள் உத்திரத்தின் மேல் பட்டையத்தில் தாங்கப்படுகின்றன. அழுக்க விசை கொண்ட பட்டையம் உரிய உத்திகளால் பக்கவாட்டில் நெளியாமல் காக்கப்படுகிறது. உத்திரத்தின் வடிவக் கணக்கீடு செய்க

(அ) பளு, துறைத்தூரம், வளைப்பு, நறுக்கு

பளு: குவிப்பளு : 800 KN நுனியிலிருந்து 4m தொலைவில்

பரவு பளு : சுமக்கும் பளு (கொடுக்கப்பட்டது) 25 KN/m

உத்திரத்தின் சுயபளு $\frac{W}{400}$: $\frac{1600}{400}$: 4 KN/m

29 KN/m

30 KN/m எனக்கொள்க

படத்தில் பளுக்களும், (படம் 8.13) தாங்குமானத்திலுள்ள எதிர்விசையும குறிக்கப்பட்டுள்ளன, நறுக்கு விசை மாற்றம் வளைப்புதிருப்பு மாற்றம் இவற்றைப் படங்கள் காட்டுகின்றன

$M_c = 980 \times 4 - 30 \times 4 \times 2 = 3580$ KN.m

$M_e = 980 \times 6 - 800 \times 2 - 30 \times 6 \times 3$

3740 KNm

உத்திர வெட்டுமுகம்

உத்திரத்தின் ஒட்டுமொத்த உயரம் துறைத்தூரத்தில் படத்தில்]ஒரு பங்கு எனக் கொள்க

$$d = \frac{12000}{10} = 1200 \text{ mm}$$

$$M = p_{bt} \left(A_f + \frac{A_w}{8}\right) d$$

குருத்துப் பலகையின் பங்கேற்பை நீக்கிவிட்டு.

உத்தேசமாகப் பட்டையைத் தகடுகளே முழு வளைப்பையும் ஏற்பதாகக் கருதுவோம்.

$$M = p_{bt} A_f d$$

அனுமதிக்கப்பட்ட வளைப்புத் தகைவு $p_{bt} = 157.5$ N/mm²

தேவையான பட்டையப் பரப்பு $A_f = \frac{3740 \times 10^6}{1200 \times 157.5}$

$= 1.97 \times 10^4$ mm⁴

400 × 50 பட்டையத் தகடுகளை மேலும் கீழும் பயன் படுத்துவோம்.

(ஆ) குருத்துத் தகடு

அதிகமான நறுக்கு விசை $= 980 \times 10^3$ N

அனுமானிக்கப்பட்ட நறுக்குவிசை $= 100$ N/mm²

தேவையான குறுக்குத் தகட்டுப் பருமன்

$$= \frac{980 \times 10^3}{100 \times 1120} = 8.75 \text{ mm}$$

10mm தகட்டைப் பயன்படுத்தவும்

$$\frac{d}{t} = \frac{1100}{10} = 110$$

குத்து இடைச் செதில்களுடன் பயன்படுத்த அதிகப்பட்ட $\frac{d}{t}$ விகிதம் 200-இற்கும் குறைவானது.

இடைச் செதில்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் தேவையான அதிக அளவு இடைவெளியாக, கீழ்க்கண்டவற்றில் குறைந்த வற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(i) $1.5d = 1.5 \times 1100 = 1650$ mm

(ii) $180t = 180 \times 10 = 1800$ mm

உத்திரத்தின் நீளவாட்டு வடிவத்திற்கேற்ப இந்த இடைவெளியை நிருணயிக்கலாம். கீழ்க்கண்ட இடைவெளிகளில் இடைச் செதில்களை அமைக்கலாம்.

A-இற்கும் C-இற்கும் இடையில்
-- இடைவெளி 1000 mm $= 0.91$ d

C-இற்கும் E-இற்கும் இடையில்
— இடைவெளி 1333 mm $= 1.1$ d

$$\frac{d}{t} = 110$$

அட்டவணை 81-இலிருந்து $\frac{d}{t} = 110$

இடைவெளி = 0.89 d, இவற்றிற்கான அனுமதிக்கப்பட்ட நறுக்குத் தகைவு = 100 N/mm^2

எனவே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட குருத்துத் தகடு பொருத்தமானது. (படம். 8.14)

உத்திர முகப்பின் சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$= 2 \times 400 \times 50 \times (580)^2 + 10 \times \frac{(1120)^3}{12}$$

$$= 14.62 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

வளைப்புத் தகைவு $= \dfrac{M}{I} y$

$$= \frac{3740 \times 10^6}{14.62 \times 10^9} \times 600$$

$$= 153.7 \text{ N/mm}^2 < 157.5 \text{ N/mm}^2$$

எனவே பத்திரமானது

(இ) குருத்துத் தகடு — பட்டையத் தகடு இணைப்பு

ஒரு பக்கப் பற்ற வைப்புக்கான கிடை நறுக்கு விசை

$$q = \frac{V A \bar{Y}}{2 \quad I}$$

$$V = 980 \times 10^3 \text{N}$$

$$A = 400 \times 50 = 20000 \text{ mm}^2$$

$$\bar{Y} = 575 \text{ mm}$$

$$I = 14.62 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$Q = \frac{980 \times 10^3 \times 20000 \times 575}{2 \times 14.62 \times 10^9} = 385 \text{ N/mm}$$

50mm பட்டையத் தகட்டிற்குத் தேவையான குறைந்த அளவு பற்ற வைப்பு 8mm

8 mm பற்றவைப்பின் வலு = 0.7 × 110 × 8

≠ 616 N/mm > 385 N/mm

8 mm குவி பற்றவைப்பைத் தொடராக அமைக்கவும்

ஈ) செதிள்கள்

(1) இடைச் செதிள்கள்

குருத்துத் தகட்டின் இருபுறமும் 100 × 8 mm ஓர் இணைத்தட்டைகளைப் பயன்படுத்துவோம் (படம் 8.15)

அதிகமான புற நீட்டுதல் = 16t

= 16 × 8 = 128 > 100

எனவே செதிள் தகடு சரியானது.

குருத்துத் தகட்டின் மையத்திற்கான செதிள்களின் சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$I = \frac{8 \times 210^3}{12} = 617 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

குறைந்த அளவு தேவையான சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$\frac{1.5\, d^3\, t^3}{S^2}$$

குருத்துத் தகட்டின் உயரம் (d) = 1100mm

குருத்துத் தகட்டின் குறைந்த அளவு தேவையான பருமன் t = 9.25mm

அதிகப்பட்ட செதிள் இடைவெளி (s) = 1800 mm

குறைந்த அளவு $I = \frac{1.5 \times 1100^3 \times 9.25^3}{(1800)^2}$

$= 325 \times 10^3$ mm^4

எனவே, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட செதிள் பொருத்தமானது

இணைப்புக்கான பளு $= \frac{t^2}{20\ h} = \frac{10^2}{20 \times 100}$

$= 1/20$ KN/mm

: 50 N mm

5 mm குவிபற்றவைப்பை நான்கு விளிம்புகளிலும் வைக்கவும்.

பற்றவைப்பின் வலு $4 \times 0.7 \times 5 \times 110$ N/mm

$= 1540$ N/mm > 50 N/mm

பளு தாங்கு செதிள்கள்

800 KN **பளுவின கீழ் உள்ள செதிள்கள்**

பளு $= 800$ KN

தாங்கு தகைவு (அனுமதிக்கப்பட்டது) $= 189$ N/mm^2

தாங்குபரப்பு $= \frac{800 \times 10^3}{189} = 4232$ mm^2

160 mm × 16 mm தட்டைத் தகடுகளைக் குறுத்துத் தகட்டிற்கு இரு புறமும் அமைத்துக் கணக்கிடலாம்.

பொருத்தப்பட்ட தாங்கு பரப்பு

$= 135 \times 16 \times 2 = 4320$ mm^2

முட்டுக் கழியாகச் செயலாக்கம் பற்றிச் சோதிப்போம்.

$I_{xx} = \{16 \times (330)^3\} / 12$

$= 4.8 \times 10^7$ mm^4

$A = (400 \times 10) + (160 \times 16 \times 2) = 9120$mm^2

$\gamma_{xx} = \sqrt{\frac{4.8 \times 10^7}{9120}} = 72.54$

$$\frac{l}{\gamma xx} = \frac{0.7 \times 1100}{72.54}$$

$$= 10.6$$

அனுமதிக்கப்பட்ட அமுக்கத் தகைவு $= 150\ N/mm^2$

அனுமதிக்கப்பட்ட பளு $= \dfrac{150 \times 9120}{10^3}$

$$= 1367\ KN > 800\ KN$$

எனவே பாதுகாப்பானது.

16 mm பட்டைக்கான குறைந்த அளவு பற்றவைப்பு = 5mm

5 mm பற்ற வைப்பின் வலு $= 0.7 \times 5 \times 110$

$$= 385\ N/mm$$

பற்றவைப்பின் தேவையான நீளம் $= \dfrac{800 \times 10^3}{385}$

$$= 2078\ mm$$

நான்கு தொடர் பற்ற வைப்புகள் செதிள்களைக் குருத்துத் தகட்டுடன் இணைக்கின்றன.

மொத்த நீளம் $= 4 \times 1100 = 4400mm$

எனவே போதுமானது.

கடைச் செதிள்கள்

முன் கண்ட பளுதாங்கும் செதிள்களின் கணக்கீடு இவ் வகைச் செதிள்களுக்கும் சரியானது.

எதிர் வினைப் பளு $= 980\ KN$

தாங்கு தகைவு $= 189\ N/mm^2$

தேவையான பரப்பு $= \dfrac{980}{189} \times 10^3$

$$= 5185\ mm^2$$

400 mm × 20 mm தகட்டைப் பயன்படுத்தலாம் (படம் 8.17)

$$\text{தாங்கு பளு} = \frac{400 \times 20 \times 189}{10^3} = 1512 \text{ KN} > 980 \text{ KN}$$

$$\text{புற நீட்டு} = \frac{400-10}{2} = 195 \text{ mm}$$

$$\text{குறைந்த பருமன்} = \frac{d}{12} = \frac{195}{12} = 16 \text{ mm}$$

எனவே, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட 20 mm பருமன் தகடு சரியானது.

முட்டுக்கழியாகச் சோதிப்பு

$$A = (400 \times 20) + (200 - 8) \times 10$$

$$= 9920 \text{ mm}^3$$

$$I_{xx} = \frac{20 \times 400^3}{12}$$

$$= 106 \times 10^6 \text{ cm}^4$$

$$\gamma_{xx} = \sqrt{\frac{I_{xx}}{A}}$$

$$= 103 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{\gamma_{xx}} = \frac{0.7 \times 1100}{\gamma_{xx}}$$

$$= 7.47$$

$$p_c = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$R = p_c A = 1488 \text{ KN} > 980 \text{ KN}$$

எனவே சரியானது

தேவையான பற்ற வைப்பு

6 mm தொடர் பற்றவைப்பை இருபுறமும் பயன்படுத்தினால் பற்றவைப்பின் முழு வலிமை

$$= \frac{2 \times 0.7 \times 6 \times 110 \times 1100}{10^3}$$

$$= 1016.4 \text{ KN} > 980 \text{ KN}$$

எனவே பொருத்தமானது.

முழுமையான வடிவக்கணக்கீடு விவரங்களைப் படம் 8.18 காட்டுகிறது.

பட்டையம் — குருத்து பற்றவைப்பு	8 mm தொடர் பற்ற வைப்பு
இடைச் செதிள்கள், பளுதாங்கு செதிள்கள்	5 mm தொடர் பற்ற வைப்பு
கடைத் தகடு	6 mm தொடர் பற்ற வைப்பு

எடுத்துக்காட்டு 8.2

நுனிகளில் வெறுமையாகத் தாங்கப்படும் (Simply supported) 16 m செயல்படு துறைத்தூரம் கொண்ட ஒரு தகட்டு உத்திரத்தின் அளவுகளைக் கணிக்க உத்திரம் துறைத் தூரம் முழுவதும் சீராகப் படர்ந்த 50 KN/m பளுவையும் இரு நுனிகளிலிருந்தும் 4 m தொலைவில் 800t குவி பளுக்களை யும் தாங்குகிறது. கிடைப்பக்கம் உத்திரம் முழுமையான காப்பு உள்ளது. உத்திரம் அறையாணி இணைப்புக் கொண்டது (படம் 8.19)

(அ) வடிவமைப்பு

மொத்தச் சுமைப் பளு $W = 5 \times 16 + 2 \times 800 = 2400$ KN

உத்திரத்தின் சுய எடை $= \frac{W}{400} = \frac{2400}{60} = 6$ KN/m

மொத்தப் படர் பளு $= 50 + 6 = 56$ KN/m

தாங்குமானங்களில் எதிர்வினை

$$V = \frac{56 \times 16 + 2 \times 800}{2} = 1248$$

அதிகப்படியான வளைப்பு விசை

$$M = 1248 \times 8 - \frac{56 \times 8^2}{2} - 800 \times 4$$

$$= 4982.4 \text{ KN/m}$$

(ஆ) **குருத்துத் தகடு**

கிடைப்பக்கம் முழுமையாகத் தாங்கப்படுவதால் அனுமதிக்கப்பட்ட வளைப்புத் தகைவு 150 N/mm^2 எனக் கொள்ளலாம் ($p_{bt} = 150$ N/mm^2)

10 mm பருமனுள்ள தகட்டைக் கருதுவோம்

உத்திரத்தின் உயரம் $d = 3.5 \sqrt{\frac{M}{p_{bt}\ t_w}}$

$$= 3.5 \sqrt{\frac{4982.4 \times 10^5}{150 \times 10}}$$

$$= 2017 \text{ mm}$$

உத்திரத்தின் உயரத்தை : 2000 mm எனக்கொள்வோம். 8 mm பருமன் உள்ள தகட்டைப் பயன்படுத்தினால் குருத்துத் தகட்டின் உயரத்தை 2250 mm எனக்காணலாம். ஆயினும் விகிதம் $\frac{d}{t} = \frac{2250}{8} = 281,$ 200 என்ற அளவை விட அதிகமானபடியால் கிடைச் செதிள்கள் தேவைப்படுகின்றன.

கிடைச் செதிள்களைத் தவிர்க்க, குருத்துத் தகட்டின் பருமனை 10 mm எனக் கொள்வோம்.

குருத்துத் தகட்டின் மேல் உள்ள நறுக்குத் தகைவு

$$= \frac{1248 \times 10^3}{2000 \times 10} = 62.4 \text{ N/mm}^2$$

இது அனுமதிக்கப்படும் தகைவு அளவான 100 N/mm^2 என்பதைவிடக் குறைவானதாகும்.

(இ) **பட்டையங்கள்**

முன் குறிப்பிட்ட சமன்பாட்டின் படி

$$M = \left(A_f + \frac{A_w}{8} \right) p_{bt} d$$

$$M = 4982 \text{ KN.m}$$
$$f_b = 150 \text{ N/mm}^2$$
$$A_w = 2000 \times 10$$
$$= 2 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

பட்டையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் குருத்துத் தகட்டின் உயரத்தைவிட 50 mm அதிகமாக உள்ளது எனக்கருதி

$d = 2050$ mm எனக் கொள்வோம்.

$$A_f = \frac{4982 \times 10^6}{150 \times 2050} - \frac{2 \times 10^4}{8}$$

$$= 13700 \text{ mm}^2$$

கீழ்க்காணும் வகையான பட்டையத்தைத் தேர்ந்தெடுப்போம்.

சட்டம்	மொத்தப்பரப்பு	22 அறையாணித் துளைக்கான கழிப்பு	நிகரப்பரப்பு
2∟ 150 × 150mm × 15mm	2×4078 = 8556	4 ×15 × 235 = 1410	7145
2 தகடுகள் 400×10	8000	2 × 2 × 10 × 23.5 = 940	7060
	16556		14206

பட்டையம், $\frac{l}{8} \times$ (குருத்துத் தகட்டுப்பரப்பு)

இவற்றின் பரப்பு (மொத்தப் பரப்பு)

$$= 16586 + \frac{20000}{6} = 19889 \text{ mm}$$

பட்டையம் $\frac{l}{8} \times$ (குருத்துத் தகட்டுப் பரப்பு)

இவற்றின் பரப்பு நிகரப் பரப்பு

$$= 14206 + \frac{20000}{8} = 16706 \text{ mm}^2$$

கணக்கிடப்பட்ட வடிவம் படத்தில் (படம் 8.20) காட்டப் பட்டுள்ளது.

(ஈ) தகைவுகளுக்கான சோதனை

அதிகப்படியான வளைப்புத் தகைவுகளை இந்த வடிவமுகம் தாங்குகிறதா எனக் காண்போம்.

சடத்துவத் திருப்புவிசை (மொத்தப்பரப்பு)

$$= \frac{l \times (2000)^3}{12} + 4 \times 896.8 \times 10^4$$

$$+ 4 \times 4278 \times (962.4)^2 + 4 \times 400 \times 10 \times (10.15)^2$$

$$= 39.69 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

மொத்தப்பரப்பின் மேல் உள்ள அதிகப்படியான வளைப்புத் தகைவு

$$= \frac{4982 \times 10^6 \times 1025}{39.69 \times 10^9} = 128.7 \text{ N/mm}^2$$

நிகரப் பரப்பின் மேல் உள்ள அதிகப்படியான வளைப்புத் தகைவு

$$= 128.7 \times \frac{\text{மொத்தப் பரப்பு}}{\text{நிகரப் பரப்பு}}$$

$$= 128.7 \times \frac{198.89}{167.06} = 153.4 \text{ N/mm}^2$$

அனுமதிக்கப்படும் தகைவான 157.5 N/mm² என்ற அளவை விடக் குறைவானது.

(2) **பட்டையத் தகடுகள் வெட்டுமிடங்கள்**
(Flange curtailment points)

படர்பளுவுடன், குவிபளுக்களும் இந்த உத்திரத்தில் சேர்ந்து செயல்படுவதால் பட்டையத் தகடுகள் வெட்டுமிடங்களைக் காண ஒரு குறிப்பிட்ட சமன்பாட்டைக் குறிக்க இயலாது. ஓர் எளிய வரைபடம் மூலம் வெட்டுமிடங்களைக் காண்போம். (படம் 8.21)

பட்டையத் தகட்டின் மொத்தப் பரப்பு = 8556 mm²

குருத்துத் தகட்டின் செயல்படு பரப்பு $= \frac{200 \times 10}{6}$

$= 3333$ mm²

உள்தகடு $= 4000$ mm²

வெளித்தகடு $= 4000$ mm²

இந்தப் பரப்புகள் வரை படத்தில் குறிக்கப்பட்டு, வெட்டுமிடங்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. தகடுகள் இந்தக் கணக்கீட்டுப புள்ளிகளுக்கு அப்பால் தேவையான அறையாணிகள் பெற வேண்டி நீட்டப்படுகின்றன.

இத்தத் தூரத்தை நிருணயிக்கத் தகட்டு உத்திரத்தின் வளைவு எதிர்ப்புத் திறனைக் கருத்தில் கொள்வோம்.

உத்திரத்தின் மேலுள்ள வளைப்பு விசை $= 4982 \times 10^6$ N/mm

உத்திரத்தின் சடத்துவத் திருப்புவிசை $= 39.69 \times 10_9$ mm

மேல்தகடு வெட்டப்படுவதற்கான கணக்கிட்ட இலக்கின் மேலுள்ள வளைப்பு விசை படத்திலிருந்து

$= 4000 \times 10^6$ N/mm

வெளித்தகட்டின் மேலுள்ள சராசரித்தகைவு

$$= \frac{4000 \times 10^6 \times 1025}{39.69 \times 10^9} = 103 \text{ N/mm}^2$$

வெளித்தகடு தாங்கும் பளு

$$= \frac{400 \times 10^9}{1000} = 412 \text{ KN}$$

22 mm விட்டமுள்ள அறையாணி ஒற்றை நறுக்கில் தாங்கும் பளு

$$\frac{\pi}{4} \times \frac{(23.5)^2 \times 80}{1000} = 34.73 \text{ KN}$$

மேற்குறிப்பட்ட அறையாணி 10 mm பருமனுள்ள தகட்டின் மேல் தாங்கும் பளு

$$= \frac{23.5 \times 10 \times 250}{1000} = 58.8 \text{ KN}$$

அறையாணிக்கு உரிய பளு $= 34.73$ KN

தேவையான அறையாணிகள் $= \frac{412}{34.73} \ \Omega \ 12$

ஆணியிடைத் தூரமாக 75 mm எனக் கொண்டு, இரண்டு வரிசைகளில் ஆணிகளை அமைத்து, தகட்டின் அதிகப்படி நீளத்தைக் காண்போம்.

$$\text{அதிகப்படி நீளம} \left(\frac{12}{2} - 1\right) 75 + 50 = 425 \text{ mm}$$

வெளித்தகடு வெட்டப்பட வேண்டிய (உத்திரத்தின் மையத்தியிலிருந்து அளக்கப்படும்) நீளம்

$$= 2.68 + 0.425$$
$$= 3.105 \text{ m}$$

மேற்கண்டபடியே உள் தகடு வெட்டுவதற்கான இடத்தையும் காணலாம்.

(உ) **செதிள்கள்**

பட்டையங்களுக்கு இடையே இருக்கும் உள்தூரம்

$$(d) = 2050 - 2 \times 20 - 2 \times 150$$
$$= 1710 \text{ mm}$$

$$\frac{d^1}{t_w} = \frac{1710}{10} = 171 < 200$$

கிடைச் செதிள்கள் அமைக்கப்பட வேண்டிய தேவையில்லை.

(ஊ) **இடைக்குத்துச் செதிள்கள்**

$$\frac{d'}{t_w} = \frac{1710}{10} = 171$$

குருத்துத் தகட்டின் நறுக்குத் தகைவு $p_q = 62.4$ N/mm²

$\frac{d'}{t_w} = 171$, $p_q = 62.4$ இவற்றிற்கான இடைச்

செதிள்களுக்கான இடைவெளி = 1.5d' = 2565mm

குத்துச் செதிள்களை 1330 mm இடைவெளிகளில் அமைக்கலாம்.

குத்துச் செதிள்களுக்குத் தேவையான சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$I = \frac{1.5d'^3 \ t_w^3}{(1.5d')^2}$$

$$= \frac{(1.5)\ (1710)^3\ (10)^3}{(2565)^2}$$

$$= 1.14 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

குருத்துத் தகட்டிற்கு இரு புறமும் ISA 80 × 80 × 8 சட்டங்களைப் படத்தில் கண்டபடி அமைக்கலாம் (படம் 8.22)

அமைக்கப்பட்ட சட்டங்களின் மையத்திற்கான சடத்துவத் திருப்புவிசை

$$= 2 \times 72.5 \times 10^4 + 2 \times 12.21 \times 10^2 \times (27.7)^2$$

$$= 3.33 \times 10^6$$

குருத்துத் தகட்டிற்கும், செதிள்களுக்கும் இடையே உள்ள

நறுக்குத் தகைவு $Q = \dfrac{t^2}{20h}$ (KN/mm)

t = தகட்டின் பருமன் (mm)

h = செதிள்களின் புறநீட்டுத் தூரம் (mm)

$$Q = \frac{10^2}{20 \times 80} = 0.0625 \text{ KN/mm} \quad (62.5 \text{ N/mm})$$

22 mm விட்டமுள்ள அறையாணிகளைப் பயன்படுத்துவோம்.

அறையாணியின் இரட்டை நறுக்குத் திறன்

$$= 2 \times \frac{\pi\ (23.5)^2}{4} \times \frac{80}{10^3} = 69.38 \text{ KN}$$

அறையாணியின் தாங்கு திறன்

$$= \frac{23.5 \times 10 \times 250}{10^3} = 58.8 \text{ KN}$$

அறையாணிக்கு உரிய வலு = 58.8 KN;

$$\text{ஆணியிடைத் தூரம்} = \frac{58.8}{0.0625} = 940 \text{ KN}$$

அறையாணிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் (அனுமதிக்கப்பட்டது)

$$= 32t = 32 \times 10 = 320 \text{ mm}$$

இடைச்செதிள்கள் குருத்துத் தகடு இவற்றிற்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் துண்டுத் தகடுகளைச் செருகலாம். அல்லது செதிள்களை வளைத்து மடக்கிவிடலாம் (படம் 8.23)

(எ) பாரம்தாங்கும் செதிள்கள்

உத்திரத்தின் நடுவிலுள்ள குத்துப் பளு $= 800$ KN

அனுமதிக்கப்பட்ட தாங்கு தகைவு $= 189$ N/mm²

தேவையான தாங்கு பரப்பு $= \dfrac{800 \times 10^3}{189}$

$= 4240$ mm

பட்டைய L சட்டத்தின் புற நிற்கும் காலின் நீளம்

$= (150 - 15) = 135$ mm

பட்டைய L சட்டத்தின் அகலத்தைவிடக் குறைவானதாகச் செதிள்கள் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

ISA $125 \times 95 \times 10 - 4$ சட்டங்களை அமைக்கவும். 125 mm அகலமுள்ள கால் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு அமைக்கலாம் (படம் 8.24)

சட்டத்தின் உள் ஆர அளவான 12 mm கழித்து, சட்டத்தின்

புறநீட்டுத்தூரம் $= 125 - 12 = 113$ mm

மொத்தத் தாங்கு பரப்பு $= 4\,(113 \times 10) = 4520$ mm²

< 4240 mm²

தூணாகப் பாரந்தாங்கும் செதிள்கள்:

செயல்படு உயரம் $l = 0.7 \times$ h

செதிள்களின் உயரம் $= 200 + 10 - 2 \times 15$

$= 1980$ mm

$l = 0.7 \times 1980$

$= 1386$ mm

செயல்படு பரப்பு

செயல்படு பரப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பரப்பு A $= 4 \times 2102 + 2 \times 20 \times 10 = 12468$ mm²

குருத்துத் தகட்டின் மையத்திற்கான சடத்துவத் திருப்பு விசை

$$= 4 \left[325.8 \times 10^4 + 2108\ (388 + 15 + 5)^2 \right]$$

$$= 4206 \times 10^4$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{4206 \times 10^4}{12468}} = 58.2$$

$$l\ /\gamma = \frac{1386}{58.2} = 23.8$$

அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு $p_c = 145\ N/mm^2$

செதில்கள் தூணாகத் தாங்கும் பளு $= p_cA$

$$= \frac{145 \times 12468}{10^3} = 1811\ KN$$

$$> 800\ KN$$

எனவே பத்திரமானது

(ஏ) நிலைகளில் உள்ள கடை பாரந் தாங்கு செதில்கள்

தாங்குமானத்தில் உள்ள எதிர் வினை $= 1248$ KN

தேவையான தாங்குமானப் பரப்பு $= \frac{1248 \times 1000}{189}$

$$= 66.30\ mm$$

நான்கு ISA $130 \times 130 \times 15$ சட்டங்களைப் பயன்படுத்து வோம் (படம் 8.25)

ஒவ்வொரு ட சட்டத்தின் தாங்குமான நீளம்

$$= 130 - 15 = 115\ mm$$

நான்கு ட சட்டங்களின் தாங்குமானப்பரப்பு

$$= 4 \times 115 \times 15$$

$$= 7080\ mm^2 > 6630$$

தூணாகச் சோதனை

செதிள்களின் ஒரு புறமே உள்ள குருத்துத் தகடு பாரம் தாங்க உதவுகிறது.

செயல்படு பரப்பு $= 4 \times 3681 + 200 \times 10 = 17624 \text{ mm}^2$

$$I = 4 \left[574.6 \times 10^4 + 3681 (37.8 + 15 + 5)^2 \right]$$

$$= 7202 \times 10^4 \text{ mm}$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{7202 \times 10^4}{17624}} = 64.1 \text{ mm}$$

$$l/\gamma = \frac{1386}{64.1} = 21.5$$

$$p_c = 147 \text{ N/mm}^2$$

எனவே தூணாக வலு $= \dfrac{147 \times 17624}{10^3} = 2590$ KN

> 1248 KN

(ஐ) அறையாணிகள் இணைப்பு

22 mm விட்ட அறையாணிகளின் வலு

ஒற்றை நறுக்கு வலு $= \dfrac{\pi}{4} \dfrac{(235)^2 \times 80}{10} = 34.73$ KN

10 mm தாங்குதலுக்கான வலு $= \dfrac{23.5 \times 10 \times 250}{10} = 58.8$ KN

அறையாணிக்கு உரிய வலு (R) $= 34.73$ KN

இரண்டு பட்டையத் தகடுகள் உள்ள பகுதியிலுள்ள அதிகப்படி நறுக்கு $= 151$ KN

பட்டையத் தகடுகளின் பரப்பு $= 2 \times 400 \times 10 = 8000$

$$A_f + \frac{A_w}{6} = 198.89 \text{ mm}^2$$

$$d = 2050 \text{ mm}$$

பட்டையத் தகடுகள் ஏற்கும் நறுக்கு

$$q = \frac{VA_f}{(A_f + \frac{A_w}{6})d} = \frac{151 \times 8000}{19889 \times 2050}$$

$$\text{ஆணியிடைத் தூரம் } \frac{R}{q} = \frac{34.73 \times 10^3 \times 19889 \times 2050}{151 \times 8000}$$

$$= 118 \text{ mm}$$

ஒரு பட்டையத் தகடு மட்டும் உள்ள இடங்களில் உள்ள அறையாணிகளின் நறுக்கு விசை V = 1110 KN

$$A_f + \frac{A_w}{6} = 19889 - 10 \times 400 = 1588 \text{ m}^2$$

$$d = 2050 - 2 \times 10 = 2030$$

தகட்டின் பரப்பு $A_f = 4000 \text{ mm}^2$

$$R = 34.73 \text{ KN}$$

$$\text{இடைவெளி} = \frac{34.73 \times 10^3 \times 2030 \times 15889}{1110 \times 4000} = 252 \text{ mm}$$

இழுவை பெற்ற பட்டையத்திற்கான அறையாணிகள் இடையே உள்ள அதிகப்படியான தூரம் = 16t அல்லது 200 mm இவற்றில் குறைவானது

$$= 16 \times 10 = 160 \text{ mm}$$

அழுக்கம் பெற்ற பட்டையத்திற்கான அறையாணிகள் இடையே உள்ள அதிகப்படியான தூரம் = 12t = 120 mm

இரண்டு வரிசைகளில் அறையாணிகளை 160 mm

ஆணியிடைத்தூரத்தில் இழு பட்டையத்திலும் 120 mm

இடைவெளிகளில் அமுக்கப் பட்டையத்திலும், உத்திரம் முழுவதும் அமைக்கவும். பட்டைய L சட்டங்கள் குருத்துத் தகடு இவற்றை இணைக்கும் அறையாணிகள்:

அறையாணிகள் இரட்டை நறுக்குக் கொண்டவை இரட்டை நறுக்கில் 22 mm அறையாணியின் வலிமை

$$= 2 \times 34.73 = 69.46 \text{ KN}$$

தாங்குதலில் அறையாணியின் வலிமை $= 58.8$ KN

அறையாணிக்கு உரிய வலு $= 58.8$ KN

$$P = \frac{Rd\left(A_f + \frac{A_w}{6}\right)}{V\,A_f}$$

$$P = \frac{58.8 \times 10^3 \times 2050 \times 19889}{1248 \times 10^3 \times 16556} = 141\text{mm}$$

இழு பட்டையத்திற்கான ஆணியிடைத்தூரம்

$$p = \frac{58.8 \times 10^3 \times 2050}{1248 \times 10^3} \times \frac{16706}{14206} = 113 \text{ mm}$$

இழுபட்டையம், அமுக்கப் பட்டையம், இவை இரண்டிற்கும் ஆணியிடைத் தூரமாக 100 mm ஐப் பயன்டுத்தவும்.

(ஓ) குருத்துத் தகடு மூட்டு

குருத்துத் தகடு மூட்டு அமைக்கப்படும் இடம், தகடு கிடைக்கும் நீளத்தைப் பொறுத்தது. இந்த எடுத்துக்காட்டில் மூட்டு ஒரு தாங்குமான நிலையிலிருந்து 5.5 m தொலைவில் அமைவதாகக் கருதுவோம்.

மூட்டு அமையும் புள்ளியில் உள்ள வளைப்புதிருப்பு விசை

$$= 1248 \times 5.5 - 56 \times 5.5^2 - 800 \times 15$$

$$= 4850 \text{ KNm}$$

இந்தப் புள்ளியில் உள்ள நறுக்கு விசை

$$= 1248 - 800 - 56 \times 5.5 = 141.4 \text{ KN}$$

இந்த இடத்தில் எந்தப் பட்டையத் தகடும் வெட்டுப் படுவதில்லை. அமைத்த முழுப் பட்டையம் வளைப்பு எதிர்ப்புக்குத் துணை புரிகிறது.

வளைப்பு திருப்புவிசையை எதிர்க்கத் தேவையான பட்டையப் பரப்பு

$$= \frac{M}{f_b\ d} - \frac{A_w}{8}$$

$$= \frac{4850 \times 10^5}{150 \times 2050} - \frac{2000 \times 10}{8}$$

$$= 13250 \text{ mm}^2$$

படத்தில் கண்ட வண்ணம் உள்ள குருத்துத்தகடு மூட்டைப் பயன்படுத்துவோம். குருத்துத் தகடு ஏற்கும் வளைப்புதிருப்பு விசை

$$\frac{I_w}{I} \times M$$

$$I_w \quad 1/12 \times 10 \times (2000)^3 = 6.6 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$I = 39.69 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$M_w = \frac{I_w}{I} \times M$$

$$= \frac{6.6 \times 10^9 \times 4850}{39.69 \times 10^9} = 806 \text{ KNm}$$

L சட்டங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம்

$$= 2050 - 4 \times 10 - 2 \times 150 = 1710$$

5 mm சந்து இருமருங்கிலும் அமைத்து, குருத்துத் தகட்டின் உயரத்தை 1700mm எனக் கொள்வோம்.

இரண்டு குருத்துத் தகடுகளுக்கு வேண்டிய வடிவக் குணகம்

$$= \frac{M_w}{f_b} = \frac{806 \times 10^5}{150}$$

$$Z = \frac{2 \times t \times h^2}{6} = \frac{t \times h^2}{3}$$

$$t = \frac{3 \times 806 \times 10^6}{(1700)^2 \times 150} = 5.6 \text{ mm}$$

6 mm பருமன் உள்ள தகடுகளைப் பயன்படுத்தவும்.

22 mm விட்டமுள்ள அறையாணிகளை 80mm இடைவெளியில் மூன்று குத்து வரிசைகளில் பயன்படுத்துவோம்.

குறைந்த அளவு ஆணியிடைத்தூரம் $= 3d = 3 \times 22 = 66$

ஆணியிடைத்தூரமாக 80 mm ஐப் பயன்படுத்துவோம்

கடைத்தூரம் 40 mm ஆக இருக்கட்டும்.

மூட்டுப் பலகையின் அகலம்

$$= (40 + 80 + 80 + 40)$$
$$= 240 \text{ mm}$$

அறையாணிகளின் வலுச் சோதனை

$$\Sigma \gamma^2 = 2 \times 22 \times (80)^2$$
$$+ 6 \left[(40)^2 + (120)^2 + (200)^2 + (280)^2 + (360)^2 + (44\,0)^2 + (520)^2 + (600)^2 + 680^2 + (760)^2 \right]$$
$$= 13 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

அறையாணித் தொகுப்பின் மையப் புள்ளியில் நிகழும் வளைப்பு

$$= M_w + SF \times 0.12$$

$= 806 + 0.12 \times 141.4$

$= 823$ KNm

மேல் வரிசை அறையாணியின் மேலுள்ள கிடைவிசை

$$R'x = \frac{822.9 \times 10^6 \times 760}{13 \times 10^6} \times 1/10^3$$

$= 48.1$ KN

வளைப்பின் குத்து விசை

$$R'y = 48.1 \times \frac{80}{760} + \frac{138.4}{63}$$

$= 7.2$ KN

நறுக்கின் குத்து விசை $= 141.4/66 = 2.14$

ஒட்டு மொத்த விசை $= \sqrt{(48.1)^2 + (7.2 + 2.14)}$

$= 48.9$ KN

அறையாணியின் உரிய வலு $= 55$ KN

எனவே போதுமானது.

வடிவமைத்த தகட்டு உத்திரத்தின் விவரங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. (படம். 8.27)

அட்டவணை 8.1

இடைச் செதிள்களின் இடைவெளிக்கேற்ற அனுமதிக்கப்படும் நறுக்குத் தகைவு

$f_y = 250\ N/mm^2$

d/t	0.3d	0.4d	0.5d	0.6d	0.7d	0.8d	0.9d	1.0d	1.1d	1.2d	1.3d	1.4d	1.5d
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98
105	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	96
110	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	96	95	94
115	100	100	100	100	100	100	100	100	98	96	95	94	93
120	100	100	100	100	100	100	100	98	96	95	93	92	91
125	100	100	100	100	100	100	98	97	95	93	92	91	90
130	100	100	100	100	100	99	97	96	94	92	90	89	88
135	100	100	100	100	100	98	96	94	92	90	89	87	86
140	100	100	100	100	99	96	95	93	91	89	87	86	85

d/t	0.3d	0.4d	0.5d	0.6d	0.7d	0.8d	0.9d	1.0d	1.1d	1.2d	1.3d	1.4d	1.5d
150	100	100	100	100	97	94	92	90	88	86	84	83	81
160	100	100	100	98	94	92	89	88	85	83	81	80	78
170	100	100	100	96	92	89	87	85	82	80	78	76	75
180	100	100	98	94	90	87	84	82	80	77	75	73	72
190	100	100	97	92	88	84	82						
200	100	100	95	90	86	82	81						
210	100	99	93	88	83	81							
220	100	98	91	86	81	80							
230	100	96	90	84	79			பொருந்தாத பகுதி					
240	100	95	88	83	77								
250	100	93	86	82	74								
260	100	92	85	81									
270	99	90	84	81									

வினாக்கள்

(1) ஒரு தகட்டு உத்திரம் 500 × 50 பட்டையத் தகடுகளாலும் 1000 × 10 குருத்துத் தகட்டாலும் கட்டுவிக்கப்பட்டது. அமுக்கப்பட்டையம் முழுமையாகப் பக்கவாட்டில் தாங்கப்படுமானால் உத்திரம் 10 m துறை நீளத்தில் பத்திரமாகத் தாங்கவுள்ள சீராகப் பரவிய பளுவின் அளவை நிருணயிக்க.

(2) முந்திய வினாவில் உள்ள உத்திரத்திற்கு இடைச் செதில்கள் தேவைப்படுகின்றனவா? தேவைப்பட்டால் அவற்றின் வடிவக்கணக்கினைக் காண்க.

(3) அறையாணிகள் பெற்ற ஒரு தகட்டு உத்திரம் 20 m துறைத் தூரத்தில் வெறுமையாகத் தாங்கப்படுகிறது. உத்திரம் 50KN/m என்ற சீராகப் பரவிய பளுவையும் கால் நீள இலக்குகளில் 400 KN குவி பளுக்களையும் ஏற்கிறது. உத்திரத்தின் குருத்துத் தகடு பட்டையத் தகடுகள் இவற்றின் அளவுகளைக் கண்டறிக. பட்டையத் தகடுகள் வெட்டுமிடங்களைக் குறிக்க. குருத்துத் தகட்டின் d/t விகிதம் 200-இற்கு மேற்படுவதில்லை.

(4) ஒரு தகட்டு உத்திரம் 15m துறைத்தூரம் கொண்டது. உத்திரம் 3m இடைவெளிகளில் 400 KN குவிபளுவைத் தாங்குகிறது. வெறுமையாகத் தாங்கப்படும் இந்த உத்திரத்தின் பட்டையத் தகடுகள், குருத்துத் தகடு இவற்றின் அளவினைக் காண்க.

(5) சென்ற வினாவில் தாங்குமானத்திலிருந்து 4 m தொலைவில் அமைக்கப்படும் குருத்துத் தகட்டு மூட்டின் விவரங்களை அளைவுக் கணக்கீடு செய்க.

(6) கேள்வி நான்கில் தாங்குமானத்தில் அமைக்கப்படும் கடைச் செதில்கள், குவிபளுவின் கீழ் அமைக்கப்படும் பாரந்தாங்கும் செதில்கள் இவற்றின் வடிவக் கணக்கீடு செய்க.

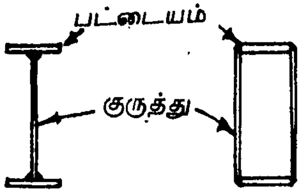
(7) பற்றவைத்துக் கட்டப்பட்ட ஒரு தகட்டு உத்திரம் அதன் மையத்தில் 1000 KN குவி பளுவைத் தாங்கு கிறது. இந்தக் குவி பளு HB 200 தூணிலிருந்து உத்திரத்தின் மேல் பட்டையத்திற்கு மாற்றப்படு கிறது. உத்திரம் 15m துறைத்தூரத்தில் தாங்குமானங் களில் வெறுமையாகத் தாங்கப்படுகிறது. அமுக்கத் தகைவு தாங்கும் பட்டையம் முழுமையாகத் தாங்கப் படுகிறது. உத்திரத்தின் மொத்த எடை 60 KN

(அ) உத்திரத்தின் குறுக்கு வெட்டு வடிவத்தைக் கணக்கிட்டு நிருணயிக்க

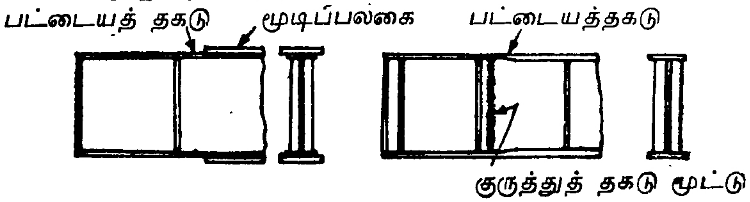
(ஆ) குருத்துத் தகடு: பட்டையத் தகடு ஆகியவற்றி னிடையே உள்ள பற்றவைப்பின் அளவைக் கணக்கிடுக.

(இ) பாரந்தாங்கு செதிள்களின் வடிவக் கணக்கீடு செய்க.

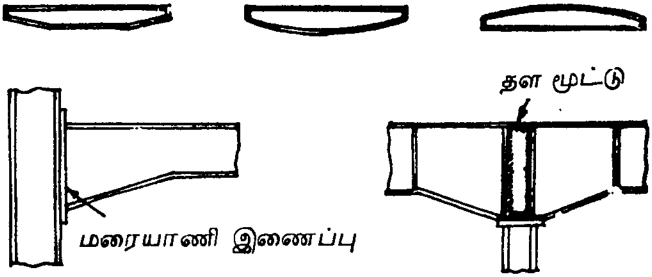
(ஈ) உத்திரத்தின் அமைப்பு, மற்ற விவரங்கள் பற்றிய வரைபடம் ஒன்றைக் காட்டுக.



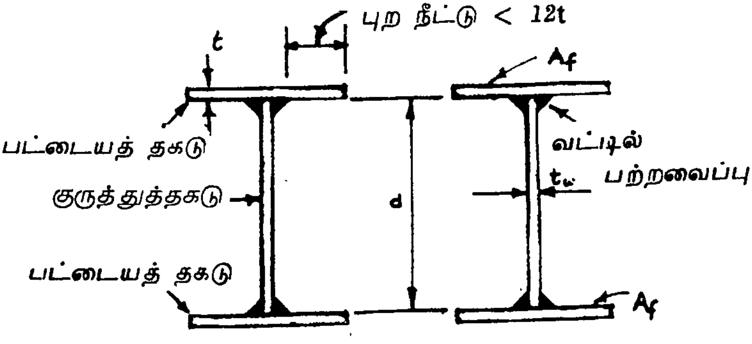
8.1 அ) உத்திரம் ஆ) பெட்டக உத்திரம்



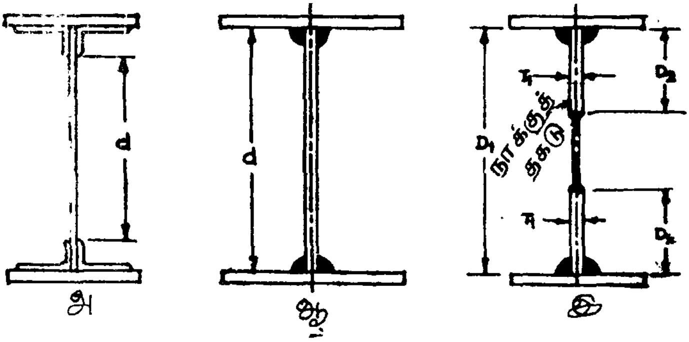
8.2 பட்டையத்தகடு, குருத்துத்தகடு மூட்டு



8.3 உயரமாற்றம் பெற்ற உத்திரங்கள்



8.4 தகட்டு உத்திரக் கணக்கீடு

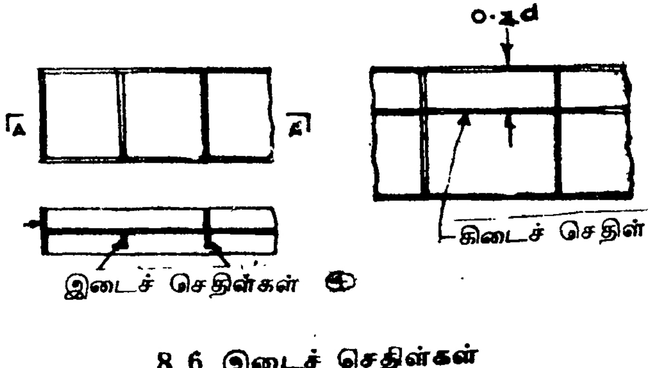


8.5 குருத்துத் தகடு உயரம்

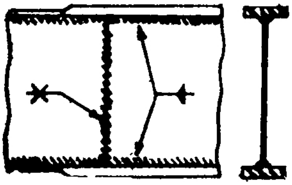
அ) அறையாணி பெற்ற தகட்டு உத்திரம — d

ஆ) பற்ற வைத்த தகட்டு உத்திரம் — d

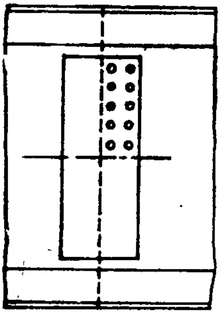
இ) நாக்குத் தகடு பெற்ற தகட்டு உத்திரம்



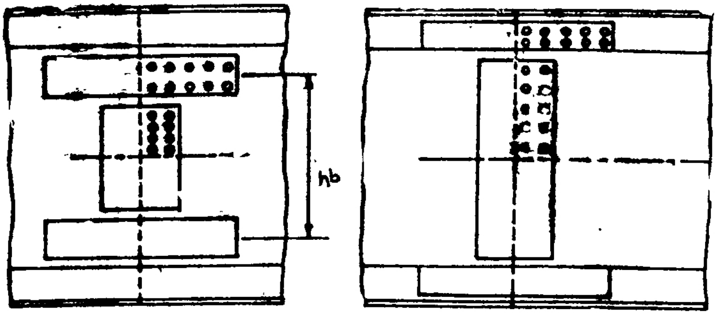
8.6 இடைச் செதிள்கள்



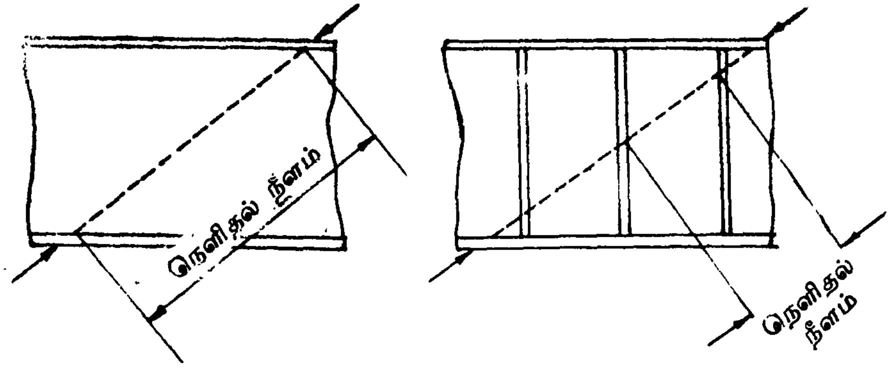
8.7. குருத்துத்தகடு பற்றவைப்பு மூட்டு



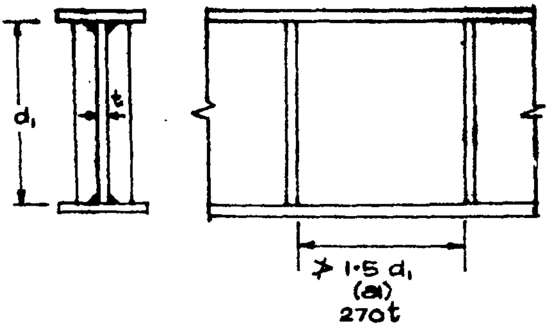
8.8. ஒற்றைத் தகட்டுக் குருத்து மூட்டு



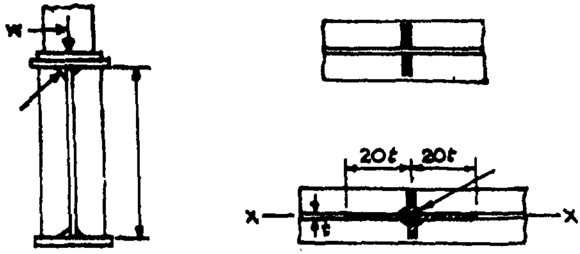
8.9. மூன்று தகட்டுக் குருத்துத் தகடு இணைப்பு



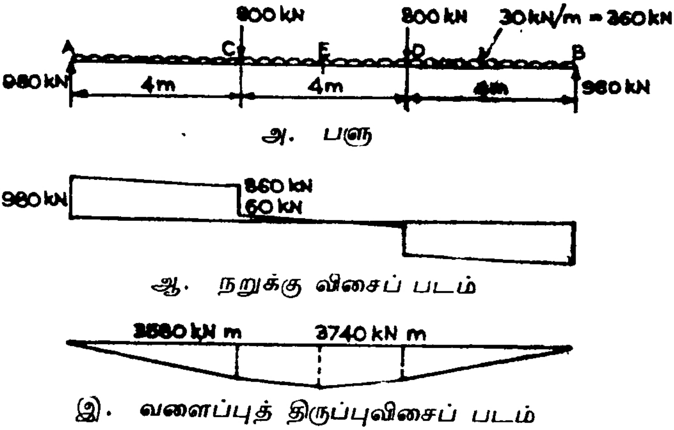
8.10. இடைச்செதிள்கள் பயன்படுதல் விளக்கம்



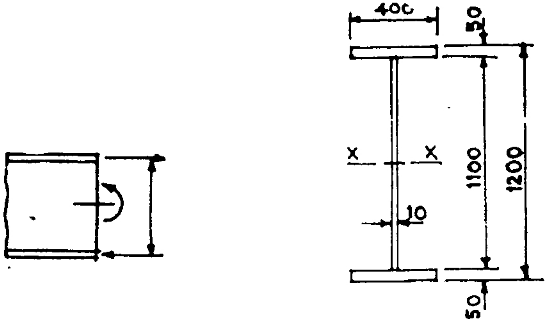
8.11. இடைச்செதிள்கள் இடைத்தூரம்



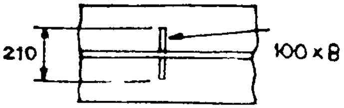
8·12. பாரந்தாங்கு செதிள்கள்



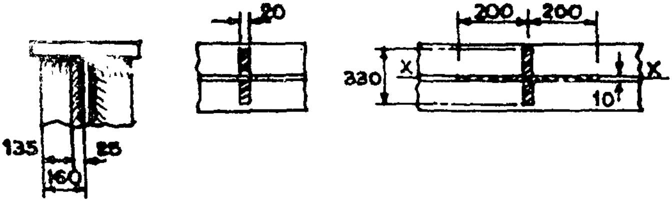
8.13. எடுத்துக்காட்டு 8.1



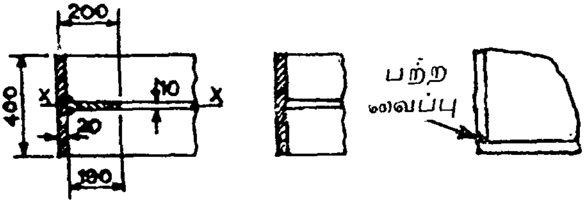
8.14. தகட்டு உத்திரக் குறுக்குவெட்டு வடிவம்



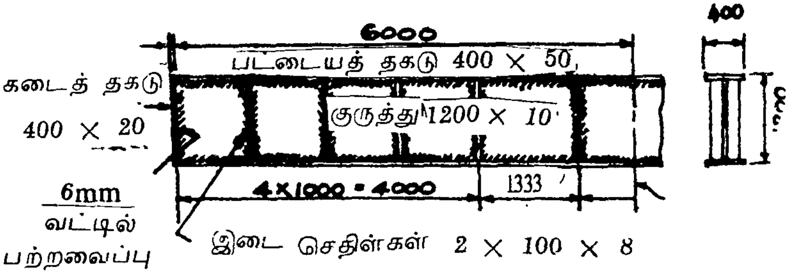
8.15. இடைச் செதிள்கள்



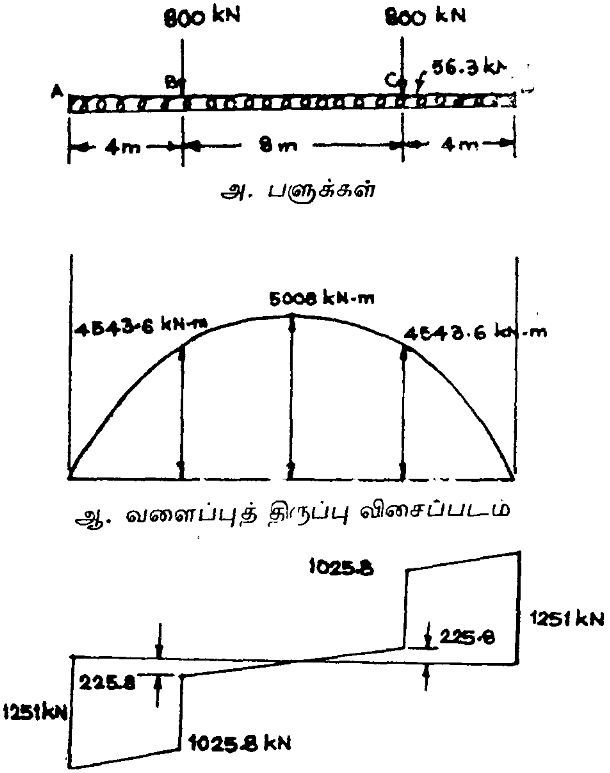
8.16. பாரந்தாங்கு செதிள்



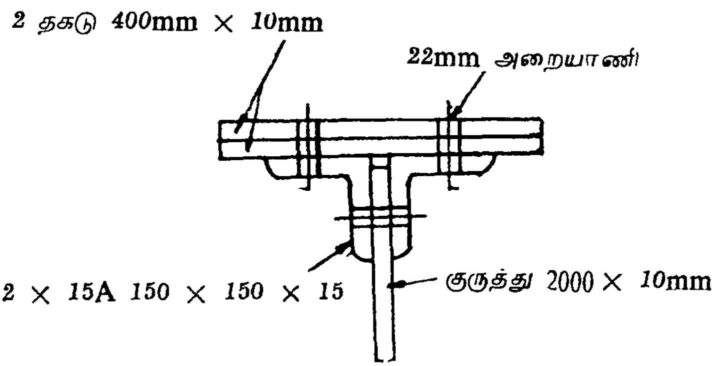
8.17. கடைச் செதிள்



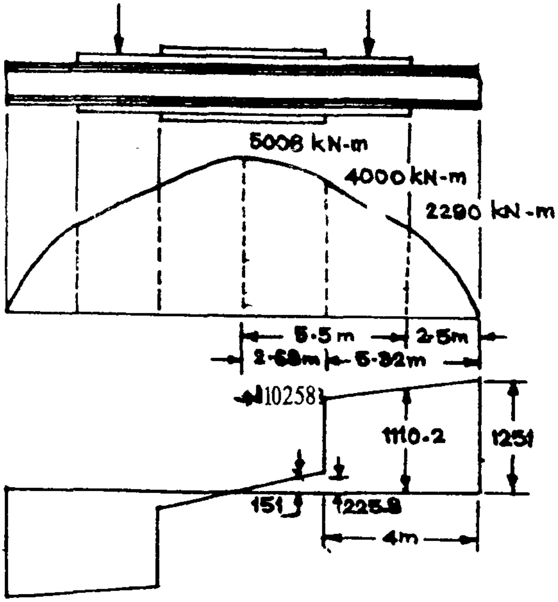
8.18. உத்திரத் தோற்றம்



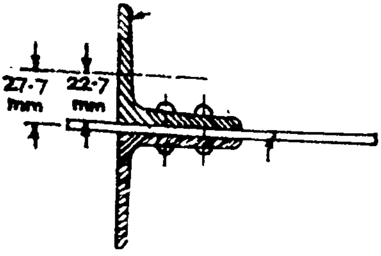
8.19. எடுத்துக்காட்டு 8.2



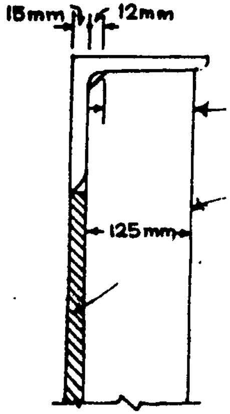
8.20. உத்திர வடிவம்



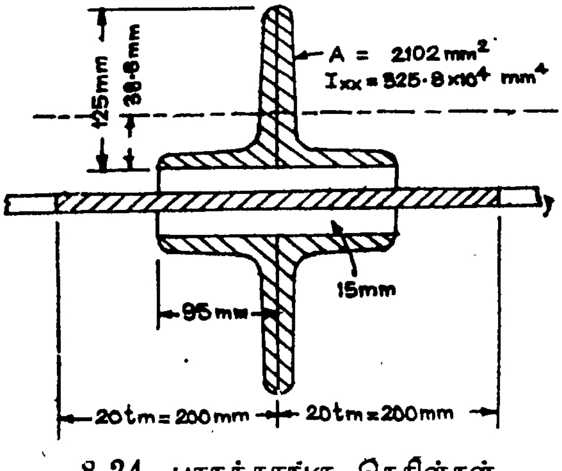
8.21. பட்டைய வெட்டுமிடங்கள் நிருணயம்



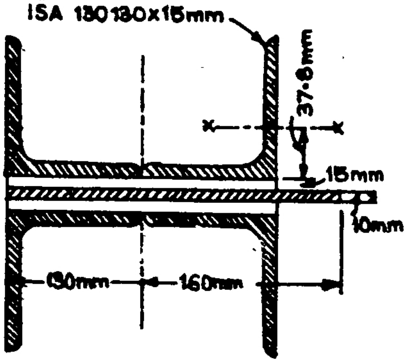
8.22 இடைச் செதிள்



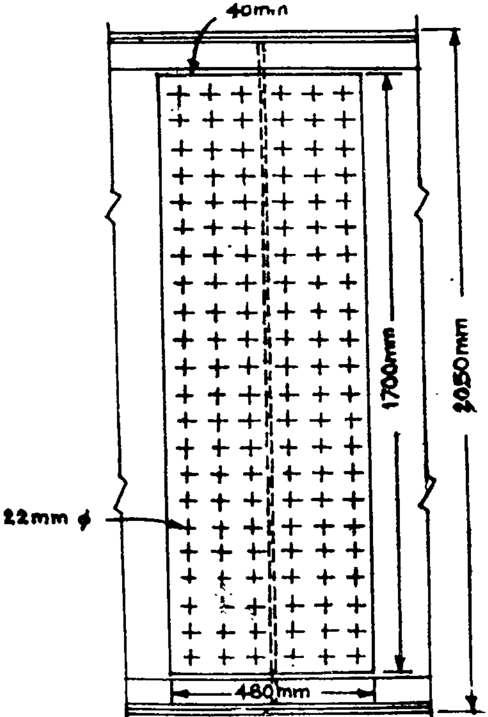
8.23 இடைச் செதிள் நேர்தோற்றம் இணைப்பு



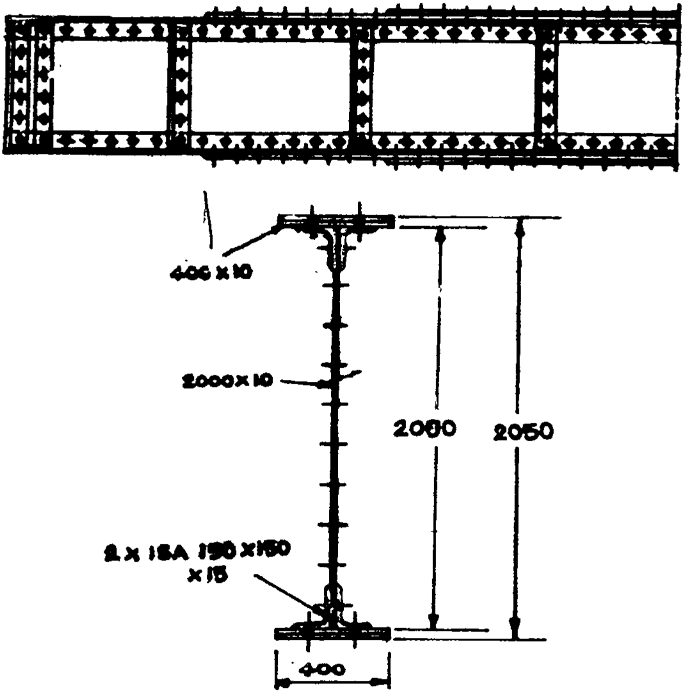
8.24. பாரந்தாங்கு செதிள்கள்



8.25. கடைச் செதிள்கள்



8·26. குருத்துததகடு மூட்டு



8.27. உத்திரத் தோற்றம்

9. தூலக்கட்டுகள் (Trusses)

சட்டங்களைப் பிணைத்து பளுதாங்குமாறு அமைக்கப படும் கட்டுமானம் தூலக்கட்டு என வழங்கப்படுகிறது. இலேசான பாரத்தை அதிக துறைத்தூரத்திற்குப் பாலமாக ஏற்று நிற்க மிகச் சிறந்த கட்டுமான அமைப்பு தூலக்கட்டு ஆகும் தூலக்கட்டுகளைத் தூண்கள் அல்லது சுவர்கள் தாங்கி நிற்கின்றன. தூலக்கட்டின் மேல் கூரைச் சட்டங்கள் (Purlins) நெட்டுவாக்கில் (longitudinal) அமர்ந்திருக்கின்றன. கூரைச்சட்டங்கள் கூரையேடுகளைத் (Roof sheets) தாங்கு கின்றன. தூலக்கட்டு அமைந்த கட்டடத்தின் பகுதிகளைப் படம் காட்டுகிறது (படம் 9.1). வழக்கமான தூலக்கட்டுகளின் சட்டங்கள் சேரும் பிணைப்புள்ளிகளின் (Nodes) மேலேயே கூரைச் சட்டங்கள் அமையுமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இப்படி வடிவமைக்கப்பட்ட தூலக்கட்டுகளின் சட்டங்கள் நேர் அச்சுப்பளுவைத் தாங்குகின்றன. ஆயினும், சில சமயங் களில் பிணைப்புள்ளிகள் மேல் அமையாமல் சட்டத்தின் அங்கண தூரத்தின் (Panels) மேல் கூரைச் சட்டங்கள் அமை கின்றன. அவ்வாறு கூரைச் சட்டத்தைச் சட்டத்தின் நடுப் பகுதியில் தாங்கும் தூலக்கட்டின் சட்டம் அச்சுபபளுவை ஏற்பதோடு வளைந்தும் பளுவைத் தாங்குகிறது. இந்தச் சட்டத்தின் அளவு சற்றுப்பெரியதாக அமைகிறது.

தூலக்கட்டின் கோணம்

பட்டறைகள், கிடங்கிகள் ஆகியவற்றிற்குரிய கட்டடங் களுக்குரிய தூலக்கட்டுகள் முக்கோண வடிவமானவை. கூரையின் கோணத்தைக் கொண்டோ தூலக்கட்டின் நடு எழுசசியைக் கொண்டோ (Central rise) கூரையின்

சாய்மானம் (Pitch) குறிக்கப்படுகிறது. அஸ்பெஸ்டாஸ் தகட்டு ஏடுகள் கொண்ட கூரைகளுக்கான தூலக்கட்டுகளின் நடு எழுச்சி 1/6 முதல் 1/12 வரையிலான துறைத்தூரம் ஆகிறது. கூரையின் குறைந்த சாய்மானம் கூரை தாங்கும் காற்றின் அழுததத்தை வெகுவாகக் குறைக்கிறது. ஆயினும் குறைந்த சாய்வுச் சட்டங்களின் மேல் விழும் விசையை அதிகரித்துச் சட்டங்களின் அளவுகளைக் கூட்டுகிறது.

இந்தச் சாய்வுகளுக்குக் கிடையிலான தகுந்த கோணம் இடத்திற்குத் தக்க வண்ணம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். பிராட், வாரன், பிங்க், இரம்பப்பல் ஆகிய வடிவங்களில் தூலக்கட்டுகள் ஆக்கப்படுகின்றன. இவ்வடிவங்களைத் தவிர முக்கோணங்களின் பிணைப்பால் அமைந்த எந்த வடிவத்திலும் தூலக்கட்டுகளை அமைக்கலாம்.

தூலக்கட்டுகளின் வடிவக் கணக்கீடு

இவ்வகைக் கட்டுமானங்களின் வடிவக் கணக்கீடு கீழ்க் கண்ட பிரிவுகளைக் கொண்டது.

(1) தூலக்கட்டுகளின் வடிவ நிருணயம், அவற்றின் கிடைத் தூரத்தை அளவிடல் கூரைச் சட்டங்களுக்கான இடைத் தூரத்தை நிருணயித்தல்.

(2) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கூரைத் தகடுகளுக்குத் தக்க வண்ணம் சடப்பளுவை நிருணயித்தல்

(3) நகர் பளுவை அளவிடல்

(4) காற்றுப்பளுவை அளவிடல்

(5) கூரைச் சட்டத்தின் அளவு எவ்வளவு என்று கணக் கிடுதல்

(6) தூலக்கட்டின் சட்டங்கள் தாங்க வேண்டிய பளுவைக் கணக்கிடுதல்

(7) சட்டங்களின் வடிவ அளவு நிருணயம் செய்தல்

(8) இணைப்புகளின் வடிவ அளவு காணல்.

கூரையின் வடிவ நிருணயம்

கூரைகளுக்கான சாய்வு, தூலக்கட்டுகளின் வடிவங்கள் இவை பற்றிய விவரங்களை முன்பே கண்டோம். தூலக்கட்டுகள் 3 m முதல் 5 m வரை இடைவெளி விட்டு அமைக்கப்படுகின்றன. கூரைச் சட்டங்கள் கூரை ஏடுகளுக்குத் தக்க வண்ணம் இடைவெளி கொண்டு பொருத்தப்படுகின்றன. சாதாரண 1.50 m அகலம் கொண்ட அஸ்பெஸ்டாஸ் தகடுகள் 1.35 m இடைவெளிகளில் அமைக்கப்பட்ட கூரைச் சட்டங்களால் தாங்கப்படுகின்றன. கூரைகளில் அடுத்தடுத்த தகடுகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று 150 mm நீளம் படியுமாறு அமைக்கப்படுகின்றன. 18° மேல் சாய்வு கோணமுள்ள கூரைகளுக்கு இந்த மேல் படிவு கோணத்திற்குத் தக்கவாறு $150 \times \frac{\sin 18^\circ}{\sin\phi}$ என்ற அளவில் அதிகப்படுத்தப்பட வேண்டும். கூரைச் சட்டங்களின் இடைவெளி உரிய அளவில் மாற்றப்படுகின்றன.

இயற்பளு மதிப்பீடு

கூரைத் தகடுகளாகப் பயன்படும் அஸ்பெஸ்டாஸ் ஏடுகள், பூச்சிட்ட இரும்புத் தகடுகள் இவற்றின் சுயபளு நன்கு அறியப்பட்டுள்ளது. கீழ்க்கண்ட அட்டவணை இவற்றின் சுய பளுவைக் காட்டுகிறது.

வளைந்த பூச்சிட்ட இரும்புத் தகடுகள்

குறியீடு எண் (Gauge)	பருமன் (mm)	எடை (KN/m^2)
16	1.59	0.176
18	1.26	0.142
20	0.99	0.112
அஸ்பெஸ்டாஸ் தகடுகள்	6	0.160

தூலக்கட்டின் எடை

தூலக்கட்டின் எடை கூரையின் சாய்வு, அவற்றுக்கான இடைவெளி, துறைத்தூரம், தூலக்கட்டின் வடிவம் போன்ற

பல இயல்புகளைப் பொறுத்தது. குத்துமதிப்பாகத் தூலக் கட்டின் எடையை மதிப்பிடப் பல முறைகள் உள்ளன.

இவற்றில் மிக எளிய ஒரு முறையைக் காண்போம். கீழ்க் காணும் சமன்பாடுகொண்டு தூலக்கட்டின் எடையை மதிப் பிடலாம்.

$W = 20 + 6.6L$ (சுமத்தப்படும் பளு 2 KN/m^2-இற்காக)

W = கிடைத்தளத்தில் சதுர மீட்டருக்கான தூலக் கட்டின் நியூடனில் சொல்லப்படும் எடை

L = துறைத்தூரம் மீட்டரில்

(2 KN/m^2)-இற்கு மாறுபாடான சுமத்தப்படும் பளுவுக்கு 'W'வைக் கீழ்க்காணும் குணகத்தால் (K) பெருக்கி, உரிய எடையைக் காணவேண்டும்.

$$K = \left(\frac{\text{சுமத்தப்படும் பளு } KN/m^2}{2} \right)$$

சுமத்தப்படும் பளு கணக்கீடு

நகர்பளு

கூரைக்களுக்கான சுமத்தப்படும் பளு IS 875 – 1964 விதிகளைப் பின்பற்றிக் கணக்கிடப்படுகிறது.

கூரைத்தகடுகளுக்கான நகர் பளு 10-இற்கு மேல் சாய்வுள்ள கூரைகளுக்கு 0.75 KN/m^2-இலிருந்து ஒவ்வொரு டிகிரி சாய்வுக்கு 0.02 KN/m^2 குறைத்துக் கணக்கிடப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 15° சாய்வு உள்ள கூரைக்கான நகர் பளு

$0.75 - 0.02 \times (15 - 10) = 0.65\ KN/m^2$ஆகும்.

கூரைச் சட்டம் தூலக் கட்டு இவற்றிற்கான நகர் பளு கூரைத் தகடுகளுக்கான நகர்பளுவில் மூன்றில் இரண்டு மடங்கு ஆகும்.

காற்றுப்பளு

இடத்திற்குப் பொருத்தமான காற்றுப்பளுவை IS 875-64-இல் உள்ள படங்களிலிருந்து பெறலாம். எடுத்துக்

காட்டாக, சென்னைக்கு இந்த அடிப்படைக் காற்று அழுத்தம் 2 KN/m^2, கோவை, திருச்சி, மதுரை ஆகிய நகரங்களுக்கு 1.50 KN/m^2 என்றவாறு மாறுபடுகிறது. 10 m உயரத்திற்கும் குறைவாக உள்ள தூலக்கட்டு வடிவக் கணக்கீட்டிற்குக காற்றுப் பளுவை மேற் கூறிய அளவின் 75% ஆக எடுத்துக் கொள்ளலாம் என்பதைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

கூரை தாங்கும் காற்றுப் பளுவின் அளவு கூரையின் மேல் விழும் வெளிப்புறக் காற்றுவிசை, (External wind force) கூரையின் உட்புறப்பரப்பில் உள்ள அழுத்தம் (Internal wind force) இவை இரண்டின் ஒட்டு மொத்தக் கூட்டாகும். சாதாரணமாகக் காற்று நுழையும் கட்டடங்களுக்கான உட்புற அழுத்தம் ±0.2p எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. + என்ற குறி அழுத்தத்தையும் – என்ற குறி உறிஞ்சுதலையும் (Suction) குறிக்கிறது. 20%-இற்கு மேல் திறப்புகள் கொண்ட கட்டடங் களில் உட்புற அழுத்தம் ±0.5p எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. p = காற்றின் அடிப்படை விசை (படம் 9.2)

சாய்தளத்தின் மேற் பரப்பு தாங்கும் காற்றின் அழுத்தம் கீழ்க்கண்ட அட்டவணைப்படி மாறுபடுகிறது (எண் 9.1)

அட்டவணை 9.1

கூரையின் சாய்வு	கூரையின் காற்றுப் பக்கம் (wind ward side)	கூரையின் மற்ற பக்கம் (Lee ward side)
0°	— 1.00p	— 0.50p
10°	— 0.70p	— 0.50p
20°	— 0.40p	— 0.50p
30°	— 0.10p	— 0.50p

10°சாய்வு உள்ள கூரைக்குச் சாதாரண நுழைவுடைய சுவர்கள் கொண்ட கூரையின் காற்றுப் புறப்பக்கத்தின் அழுத்தம் —0.7p —0.2p —0.9p எனவும், மற்ற பக்கத்தின் அழுத்தம் —0.5p —0.2p +0.7p எனவும் அளவில் மாறுபடுகிறது.

காற்றுக்கூரையின் நீளவாக்கில் மேல் முனைக்கு இணையாக வீசும்பொழுது அது கூரையின் இரு ஓரங்களிலும் —0.6p அளவு உறிஞ்சு விசையையும் கூரையின் மற்ற பகுதிகளில் —0.4p அளவு விசையையும் கொண்டிருப்பதாகக் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது.

பளுக்களின் சேர்க்கைகள்

தூலக் கட்டுகள் கீழ்க்கண்ட பளுச் சேர்க்கைகளைத் தாங்கும் வண்ணம் வடிவக் கணக்கீடு செய்யப்படவேண்டும்

(அ) சடப்பளு + நகர்பளு ; வழக்கமாக அனுமதிக்கப் பட்ட தகைவுகளைக் கொண்டு கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

(ஆ) சடப்பளு + காற்றுப்பளு அனுமதிக்கப்படும் தகைவுகளின் அளவு $33\frac{1}{3}\%$ அதிகரிக்கப்பட்டு, வடிவக் கணக்கீடு செய்யப்பட வேண்டும்.

கூரைச் சட்டங்கள்

கூரைச் சட்டங்கள் கூரைத் தகடுகளின் மேல் விழும் பளுவைத் தூலக்கட்டுகளுக்கு மாற்றுகின்றன. இச்சட்டங்களின் துறைத்தூரம் இரண்டு தூலக்கட்டுகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் ஆகும். இச்சட்டங்கள் சாய்வான கூரையில் அமைக்கப் படுவதால் நீளவாக்கு மற்றும் கிடைவாக்கு வளைப்புகளுக்கு ஆளாகின்றன. ஆயினும் 30°-இற்குக் குறைவாக, சாய்வு உள்ள கூரைகளுக்கான சட்டங்களைக் கிடைவாக்கு வளைப்பைப் பொருட்படுத்தாமல் கீழ்க்காணும் விதிகளுக்கு உட்படுத்தி வடிவக் கணக்கீடு செய்யலாம்.

சட்டத்தின் கூரையின் சாய்வுக்கு

இணையாக உள்ள காலின் அளவு $\frac{L}{45}$

சட்டத்தின் கூரையின் சாய்வுக்குக்

குத்தாக உள்ள காலின் அளவு $\frac{L}{60}$

வளைப்பு திருப்பு விசை $= \frac{WL}{10}$

L சட்டத்தின் துறைத் தூரம்

W மொத்தப் பளு (சீராகப் பரவிய பளுவின் மொத்தம்)

எடுத்துக்காட்டு 9.1

ஒரு தொழிற் கூடத்தின் வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. (படம். 9.3) கூரைச் சட்டங்கள் கூரையின் தூலக்கட்டுகள் ஆகியவற்றின் வடிவக் கணக்கீடு செய்க. கூடம் கோவையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அஸ்பெஸ்டாஸ் தகடுகளைக் கூரை வேயத் தேர்ந்தெடுக்கலாம்.

கூரையின் வடிவத் தேர்வு

(அ) தூலக்கட்டுகளை 3 m இடைவெளியில் அமைக்கலாம். எனவே, கூரைச் கட்டத்தின் துறைத்தூரம் 3 m ஆகிறது.

(ஆ) தூலக் கட்டின் துறைத்தூரம் 10 m எனக் கொள்க. அதன் நடு உச்சி உயரம், துறைத்தூரத்தில் 1/8 பங்காகக் கொண்டால் அந்த உயரம் = 1.25 m

அல்லது சாய்வு $= 14°$

ஒரு பாதி சாய்வு நீளம் = 5.2 m

(இ) அஸ்பெஸ்டாஸ் கூரைத் தகடுகளுக்கான அதிக அளவு கூரைச்சட்டங்களின் இடைவெளி
(1.5 m — பரவு நீளம்)

பரவு நீளம் (18° சாய்வுக்கு) : 150 mm

பரவு நீளம் (14° சாய்வுக்கு) : $150 \times \frac{\sin 18^o}{\sin 14^o}$

$= 191$ mm (அ) 200 mm

எனவே, கூரைச் சட்டங்களின் இடைவெளி $= 1.5 - 0.2$

$= 1.3$ m

கூரைச் சட்டங்களின் எண்ணிக்கை $= 2\left(\frac{5.2}{1.3} + 1\right) = 10$

(ஈ) வளைப்பு ஏற்படாத வண்ணம் தூலக் கட்டின் வெட்டுகைகளைக் (Principal rafters) காக்க கூரைச் சட்டங்கள் பிணைப்புள்ளிகளின் மேலேயே அமைக்கப்படலாம். பிராட் வகைத் தூலக்கட்டு வடிவத்தைத் தேர்ந்தெடுப்போம்.

கூரைச் சட்டங்களின் வடிவக் கணக்கீடு (படம் 9.4)

பளுக்கள்

சுயபளு அஸ்பெஸ்டாஸ் $= 160 \times 1.3 \times 3 = 630$N

கூரைச் சட்டம் 60N/m $= 60 \times 3 = 180$N

நகர் பளு $= \frac{2}{3}(750 - (14 - 10) \times 20 \times 3 \times 1.25) = 1690$ N

(சுயபளு + நகர்பளு) $= 2500$ N

காற்றுப்பளு அழுத்தம் : $0.25 \times 0.8 \times 1500 = -900$ N

மொத்தக்காற்றுப்பளு : $900 \times 1.3 \times 3 = -3510$ N

காற்றுப்பளு + சுயபளு : $-3510 + 630 = -2880$ N

(காற்று + சுயபளு) கூட்டுக்கு $33\frac{1}{3}\%$ அதிகமான தகைவு அனுமதிக்கப் படுவதால்,

(சுயபளு + நகர்பளு) சேர்க்கை முக்கியமானதாகிறது.

எனவே குறிக்கப்பட்ட பளு (W) = 2500 N

துறைத்தூரம் (L) = 3 m

வளைப்பு திருப்பு விசை $\frac{WL}{10} = \frac{2500 \times 3}{10} = 750$ N m

குழாய்ச் சட்டங்களைப் பயன்படுத்துவோம்

வளைப்பில் அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவு = 150 N/mm²

வடிவக் குணகம் $= \frac{750 \times 10^3}{150} = 5 \times 10^3$ mm³

50 mm (light) குழல்களைப் பயன்படுத்தலாம். (சேர்ப்பு அட்டவணை - 4)

(எடை 4.14 Kg/m Z 7.16 em)²

தூலக்கட்டுகளின் வடிவக் கணக்கீடு

சுயபளு (ஒரு பாதிக்கு)

அஸ்பெஸ்டாஸ் (0.160 × 5.2 × 3) = 2.5KN

சட்டம் $\left[\frac{(0.5 \times 4.14 \times 3)}{100}\right] = 0.62$KN

தூலக்கட்டு $\frac{1.80}{2}$KN = 0.90KN

4.02 KN

ஒரு பிணைப்புள்ளிக்கான பளு $\frac{4.02}{(3 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2})} = 1.00$ KN

நகர்பளு

அளவு (0.45 KN/m²) $= 0.45$ KN/m²

ஒரு பிணைப்புள்ளிக்கான அளவு$= \frac{0.45 \times 3 \times 5}{4}$

$= 1.68$KN

காற்றுப்பளு

அளவு $= 0.9$ KN/m²

பிணைப் புள்ளிக்கான அளவு $= \frac{0.9 \times 3 \times 5.2}{4}$

$= 3.5$ KN

தூலக்கட்டின் சட்டங்களில் உள்ள விசைகளைக் கீழ்க்காணும் பளுக்களுக்காகக் கணக்கிடுவோம். படம் 9.5-ஐக் காண்க.

இந்தப்பளுக்களுக்கான சட்டங்களின் மேலுள்ள விசைகள் விசைகளின் சமன்பாட்டு வரைபடங்களின் (Graphic statics) (படம் 9.6) மூலம் அறியப்பட்டு அட்டவணைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இரண்டு வகைப்பளுக்களின் சேர்க்கை குறிப்பிடத் தக்கதாகும். முதல் வகையில் சுயபளுவும், உயிர்ப்பளுவும் சேர்ந்து தூலக்கட்டின் மேல் விழலாம். இரண்டாம் வகையில் சுயபளுவும் காற்றுப் பளுவும் சேர்ந்து தூலக்கட்டைப் பாதிக்கலாம். இந்த இரண்டு வகைச் சேர்க்கைகளுக்கான சட்டங்களின் விசைகள் அட்டவணையில் (9.2) கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 9.2

தூலக்கட்டின் மேலுள்ள விசைகள் கணக்கீடு

சட்டம்	சட்டத்தின் நீ. (மீட்டர்) (m)	சுயபளு விசை (KN)	உயிர்ப் பளு விசை (KN)	காற்றுப் பளு விசை (KN)	சு+உ பளு (KN)	சு+கா பளு (KN)
A1	1.30	−15.25	−25.62	47.25	−40.87	32.0
BC	1.30	−12.70	−21.34	38.85	−34.04	26.15
C5	1.30	−10.50	−17.64	32.0	−28.14	21.5
D7	1.30	− 8.20	−13.78	25.5	−21.98	17.3
I1	1.25	14.75	24.78	−44.1	39.53	29.35
I2	1.25	14.75	24.78	−44.1	38.85	−29.3
I4	1.25	12.30	20.66	−35.87	32.96	−23.66
I6	1.25	10.20	17 13	−28.70	27.33	−18.55
12	0.31					
34	0.625	0.60	1.00	−2.27	1.61	−1.67
56	0.937	1.10	1.84	−3.68	2.94	−2.58
78	1.250	3.30	5.5	−11.2	8.8	−7.90
23	1.290	− 2.6	−4.37	8.4	−6.97	5.8
45	1.41	− 2.4	−4.03	8.22	−6.43	5.82
67	1.53	− 2.8	−4.70	−9.28	−7.5	6.48

A1 சட்டத்தின் வடிவக்கணக்கீடு

அமுக்க விசை = 40.87 KN

(காற்றுப்பளு உள்ளிட்ட) இழுவிசை = 32.00 KN

சட்டத்தின் நீளம் = 1.30 m

சட்டத்தை அமுக்க விசைக்காக வடிவக் கணக்கீடு செய்வோம்.

50L குழலைத் தேர்ந்தெடுப்போம் (எடை 4.14 Kg/m)

பரப்பு — 5.23cm² (523mm²)

சடத்துவ ஆரம் $\gamma = 2.03$ cm

$$l = 1.3 \text{ m}$$

ஒல்லி விகிதம் $\frac{l}{\gamma} = \frac{0.7 \times 130}{2.03} = 45$

இதற்கான தகைவு $p_c = 136$ N/mm²

சட்டம் தாங்கும் விசை $= 136 \times 523 \times \frac{1}{10^3}$

$$= 71.1 \text{ KN}$$

சட்டம் மிக அதிக வலுவானது

எனவே 32M குழலைத் தேர்ந்தெடுப்போம் (எடை 3.11kg/m)

பரப்பு 3.94cm² (394mm²)

$$\gamma = 1.39$$

$$\frac{l}{\gamma} = \frac{0.7 \times 130}{1.39} = 65$$

$$p_c = 117.1 \text{ N/mm}^2$$

சட்டம் தாங்கும் விசை $= \frac{117.1 \times 394}{10^3} = 46.1$KN

சட்டம் பொருத்தமானது.

B3, C5 D7 இவற்றிற்கும் இதே குழலைப் பயன்படுத்துவோம்

I1 **சட்டத்தின் வடிவக் கணக்கீடு**

இழு விசை = 39.58 KN

காற்றுப்பளு உள்ளிட்ட அமுக்க விசை = −29.35 KN

பக்கவாட்டில் பிணைச்சட்டம் (I1 முதல் I6 வரை) ஒரு கட்டுப்பாடற்ற தூண்போல் அமுக்கப்பளுவினால் நெளிய வாய்ப்புள்ளது. கீழ்க்குறுக்குப் பிணைப்புச் சட்டங்களை (Cross bracing) பயன்படுத்தி நெளிதலுக்கான செயல்படு நீளத்தைக் குறைக்கலாம். இரண்டு கீழ்க்குறுக்குச் சட்டங்களைப் படத்தில் கண்டபடி பயன்படுத்துவதாகக் கருதுவோம்.

எனவே செயல்படு நீளம் : 3.75 m

40 ட குழலைத் தேர்ந்தெடுப்போம் (3.27 Kg/m)

$$\gamma = 1.61 \text{ cm}$$

$$\frac{l}{\gamma} = \frac{0.7 \times 333}{1.61} = 145$$

$$p_c = 48 \text{ N/mm}^2$$

காற்றுக்காக அதிகரிக்கப்பட்ட தகைவு $= 1.33 \times 48$

$$= 71 \text{ N/mm}^2$$

பரப்பு $= 4.14 \text{ cm}^2 \ (414 \text{ mm}^2)$

அமுக்க விசை $= \dfrac{414 \times 71}{10^3} = 29.40$ KN

இழு தகைவு $= 150 \text{ N/mm}^2$

இழுவிசை தாங்கு திறன் $= \dfrac{414 \times 150}{10^3}$

$$= 62.10 \text{ KN} > 39.58 \text{ KN}$$

குறுத்துச் சட்டங்களுக்கு 25 ட குழலைத் தேர்ந்தெடுப்போம். (எடை 2.01kg/m)

$\gamma = 1.10$ cm

பரப்பு $= 2.54cm^2$ $(254mm^2)$

$$\frac{l}{\gamma} = \frac{0.85 \times 153}{1.10} = 118$$

$p_c = 64\ N/mm^2$

தாங்கு திறன் $= 254 \times 64/10^3$

$= 16.2$ KN

இதர குருத்துச் சட்டங்களுக்கும் இதே குழலைப் பயன்படுத்துவோம்

தூலக்கட்டின் எடை

வெட்டுக்கை (32 M)	10.4×3.11	$= 32.3$ kg
பிணை நாண் (40 L)	10×3.27	$= 32.7$ kg
குருத்துச் சட்டங்கள் (25L)	13.45×2.01	$= 27.0$ kg

மொத்த எடை $= 92.0$ kg $= 0.92$ KN

கீழ்க் குறுக்குக் குழல்களுக்கு 25L ஐப் பயன்படுத்துவோம்

இணைப்புகள்

குழல்களின் இணைப்பினுக்கான நீளத்தைக் கணக்கிடக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடு பயன்படுகிறது.

இணை வளைய நீளம் (Inter penetration distance)

$$l = a + b + 3\,(a^2 + b^2)$$

$$a = \frac{d}{2} \quad b = \frac{d}{3} \times \frac{3 - (d/D)^2}{2 - (d/D)^2}$$

கடை இணைப்பு 32 M குழலுக்கும், 40L குழலுக்கும் இடையே நிகழ்கிறது.

32 M குழலின் வெளி விட்டம் $= 42.4$ mm

40 L குழலின் வெளிவிட்டம் $= 48.3$ mm

$$d = 42.4 \text{mm}$$
$$D = 48.3 \text{ mm}$$

$$a = \frac{d}{2} \text{ Cosec } \theta$$

$$= \left(\frac{42.4}{2}\right) \text{ osec } 14^\circ = 87.6 \text{mm}$$

$$b = \frac{d}{3} \times \frac{3 - (d/D)^2}{2 - (d/D)^2}$$

$$= 25.6 \text{ mm}$$

$$l = a + b + 3 (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 87.6 + 25.6 + 3 [(87.6)^2 + (25.6)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 387 \text{ mm}$$

இணைப்பில் சாடும் அதிகப்பளு $= 39.58$ KN

பற்றவைப்பின் ஒரு மில்லிமீட்டருக்கான விசை

$$= \frac{\times 10^3}{387}$$

$$= 102 \text{ N/mm}$$

3 மி.மீ. பாத அளவுள்ள பற்றவைப்பைப் பயன்படுத்தவும்

(வலு $= 0.7 \times 102.5 \times 3 = 215.25$ N)

பற்றவைப்பு போதுமானது.

இதே பற்றவைப்பு மற்ற இணைப்புகளுக்கும் உகந்தது.

கணக்கிடப்பட்ட தூலக்கட்டின் வடிவம் படம் 9.7-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வினாக்கள்

(1) ஓர் இரும்புத் தூலக்கட்டின் கூரைச் சட்டத்தின் வடிவக் கணக்கீடு காண்க.

தூலக்கட்டின் முக்கியச் சட்டம் 26° சாய்வு கொண்டது. கூரைச் சட்டங்கள் தூலக் கட்டின் மேல் 1.35 m இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன தூலக்கட்டுகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 4 m. கட்டுமானம் சென்னையில் அமைக்கப்படவுள்ளது.

(2) ஒரு திரைப்பட அரங்குச் சுவர்களுக்கிடையே 25 m அகலமுள்ளது. அரங்குக்கான தூலக்கட்டின் வடிவக் கணக்கீடு செய்க. அரங்கிற்குரிய மற்ற விவரங்கள்.

கூரைத் தகடுகள் : அஸ்பெஸ்டாஸ் தகடுகள்

கீழ்க் காப்புத் தகடுகள் எடை (Insulation boards) $= 5\ KN/m^2$

சுவர்களின் உயரம் $= 8$ m

தூலக்கட்டுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி $= 4.5$m

அரங்கு கட்டப்படும் இடம் : கோவை

எண் 1 சேர்ப்பு அட்டவணை — சம ∟ சட்டங்கள்

	a cm^2	w kg	$C_{xx}=C_{yy}$ cm	$I_{xx}=I_{yy}$ cm^4	I_{yy} cm^4	r_{min} cm	Z_{xx} cm^3	Z_{yy} cm^3
ISA 35×35× 5	3.27	2.6	1.04	3.5	1.5	0.67	1.4	1.4
ISA 40×40× 5	3.78	3.0	1.16	5.4	2.2	0.77	1.9	1.9
ISA 40×40× 6	4.47	3.5	1.20	6.3	2.6	0.77	2.3	2.3
ISA 45×45× 5	4.28	3.4	1.29	7.9	3.2	0.87	2.5	2.5
ISA 45×45× 6	5.07	4.0	1.33	9.2	3.8	0.87	2.9	2.9
ISA 50×50× 5	4.79	3.8	1.41	11.0	4.5	0.97	3.1	3.1
ISA 50×50× 6	5.68	4.5	1.45	12.9	5 3	0.96	3.6	3.6
ISA 65×65× 6	9.44	5.8	1.81	29.1	11.7	1.26	6.2	6.2
ISA 65×65× 8	9.76	7.7	1.89	37.4	15.3	1 25	8.1	8.1
ISA 75×75× 6	8.66	6.8	2 06	45.7	18.4	1.46	8.4	8.4
ISA 75×75× 8	11.38	8.9	2.14	59.0	24 0	1.45	11 0	11.0
ISA 75×75×10	14.02	11.0	2.22	71.4	29.4	1.45	13 5	13.5

a: பரப்பு I_{xx}, I_{yy}: சடத்துவத் திருப்புவிசை Z_{xx}, Z_{yy}: வடிவக்குணகங்கள்

$C_{xx}=C_{yy}$: நடு இழைத்தூரம் r_{min}: குறைந்த சடத்துவ ஆரம்

எண்: 2 ∟ சமச்சட்டங்கள் (தொடர்ச்சி)

	a	w kg	$C_{xx}=C_{yy}$	$I_{xx}=I_{yy}$	$I_{yy}=I_{min}$	r_{yy} r_{min}	Z_{xx} Z_{yy}
ISA 80× 80× 6	9.29	7.3	2.18	56.0	22.5	1.56	9.6
ISA 80× 80× 8	12.21	9.6	2.27	72.5	29.4	1.55	12.6
ISA 80× 80×12	17.81	14.0	2.42	101.9	42.4	1.54	18.3
ISA 90× 90× 6	10.47	8.2	2.42	80.1	32.0	1.75	12.2
ISA 90× 90× 8	13.79	10.8	2.51	104.2	42.0	1.75	16.0
ISA 90× 90×10	17.03	13.4	2.59	126.7	51.6	1.74	19.8
ISA 90× 90×12	20.19	15.8	2.66	147.9	60.9	1.74	23.3
ISA 100×100× 6	11.67	9.2	2.67	111.3	44.5	1.95	15.2
ISA 100×100× 8	15.39	12.1	2.76	145.1	58.4	1.95	20.0
ISA 100×100×10	19.03	14.9	2.84	177.0	71.8	1.94	24.7
ISA 100×100×12	22.59	17.7	2.92	207.0	84.7	1.94	29.2
ISA 110×110× 8	17.02	13.4	3.00	195.0	78.2	2.14	24.4
ISA 110×110×10	21.06	16.5	3.08	238.4	96.3	2.14	30.1
ISA 130×130×10	25.06	19.7	3.58	402.7	162.1	2.54	42.7
ISA 130×130×12	29.82	23.4	3.66	473.8	191.8	2.54	50.7
ISA 150×150×12	34.59	27.2	4.14	735.4	296.0	2.93	67.7

எண். 1 சேர்ப்பு அட்டவணை அசம L சட்டங்கள்

	a cm^2	W Kg/m	C_{xx} cm	C_{yy} cm	I_{xx} cm^4	I_{yy} cm^4	r_{yy} cm	Z_{xx} cm^3	Z_{yy} cm^3
ISA 45 × 30 × 5	3.52	2.8	1.51	0.77	6.9	2.4	0.63	2.3	1.1
ISA 45 × 30 × 6	4.16	3.3	1.55	0.81	8.0	2.8	0.63	2.7	1.3
ISA 75 × 50 × 6	7.16	5.6	2.44	1.20	40.3	14.3	1,07	8.0	3.8
ISA 75 × 80 × 8	9.38	7.4	2.52	1.28	51.8	18.3	1.06	10.4	4.9
ISA 90 × 60 × 6	8.65	6.8	2,87	1.39	70.6	25.2	1.28	11.5	5.5
ISA 90 × 60 × 10	14.01	11.0	3,04	1.55	110.9	39.1	1.27	18.6	8.8
ISA 100 × 75 × 8	13 36	10.5	3.10	1.87	131.6	63.3	1.59	19.1	11.2
ISA 100 × 75 × 10	16.5	13.0	3.19	1.95	160.4	76.9	1,58	23.6	13.8
ISA 125 × 75 × 8	15.38	12.1	4.15	1.68	245.5	67.2	1.61	29.4	11.5
ISA 125 × 75 × 10	19.02	14.9	4.24	1.76	300.3	81.6	1.61	36.3	14.2
ISA 150 × 75 × 10	21.56	16.9	5.32	1.61	499.1	85.3	1.59	51.6	14.5
ISA 150 × 115 × 10	25.52	20.0	4.55	2.82	573.3	293.4	2.44	54.9	33.8
ISA 150 × 115 × 12	30.38	23.8	4.64	2.90	676.5	345.3	2.44	65.3	40.2

a = பரப்பு W = எடை C_{xx}, C_{yy} நடு இழைத்தூரங்கள் I_{xx}, I_{yy} சடத்துவத் திருப்புவிசை

r_{min} குறைந்த சடத்துவ ஆரம் Z_{xx}, Z_{yy} வடிவக் குணகங்கள்

எண். 2 சேர்ப்பு அட்டவணை ப வடிவச் சட்டங்களின் பான்மைகள்

	w kg.	a cm^2	h mm	b mm	t_f mm	t_w mm	C_{yy} cm^4	I_{xx} cm^4	I_{yy} cm	γ_{xx} cm	γ_{yy} cm	Z_{xx} cm^3	Z_{yy} cm^3
ISMC 75	6.8	8.67	75	40	7.3	4.4	1.31	76.0	12.6	2.96	1.21	20.3	4.7
ISMC 100	9.2	11.7	100	50	7.5	4.7	1.53	186.7	25.9	4.00	1.49	37.3	7.5
ISMC 125	12.7	16.19	125	65	8.1	5.0	1.94	416.4	59.9	5.07	1.92	66.6	13.1
ISMC 150	16.4	20.88	150	75	9.0	5.4	2.22	779.4	102.3	6 11	2.21	103.9	19.4
ISMC 175	19.1	24.38	175	75	10.2	5.7	2.2	1233.3	121.0	7.08	2.23	139.8	22.8
ISMC 200	22.1	28.21	200	75	11.4	6.1	2.17	1819.3	140.4	8.03	2.23	181.9	26.3
ISMC 225	25.9	33.01	225	80	12.4	6.4	2.3	2694.6	187.2	9.03	2.38	239.5	32.8
ISMC 250	30.4	38.67	250	80	14.1	7.1	2.3	3816.8	219.1	9.94	2.38	305.3	38.4
ISMC 300	35.8	45.64	300	90	13.6	7.6	2.36	6382.6	310.8	11.81	2.61	424.2	46.8
ISMC 350	42.1	53.66	350	100	13.5	8.1	2.44	10008.0	430.6	13.66	2.83	571.9	57.0
ISMC 400	49.4	62.93	400	100	15.3	8.6	2.42	15082.8	504.8	15.48	2.83	754.1	66.6

w : மீட்டருக்கான எடை a : பரப்பு h : உயரம் b : அகலம் t_f : பட்டையப் பருமன்
t_w : குருத்துத் தகடு பருமன் C_{yy} : மைய இழைத்தூரம் (முதுகிலிருந்து)

எண் 3 சேர்ப்பு அட்டவணை I வடிவ உத்திரங்களின் பான்மைகள்

	w kg	a cm^2	h mm	b mm	t_f mm	t_w mm	I_{xx} cm^4	I_{yy} cm^4	γ_{xx} cm	γ_{yy} cm	Z_{xx} cm^3	Z_{yy} cm^3
MB 100	11.5	14.6	100	75	7.2	4.0	257	40	4.2	1.67	51.5	10 9
MB 125	13.0	16.6	125	75	7.6	4.4	449	43	5.2	1.62	71.8	11.7
MB 150	14.9	19.0	150	80	7.6	4.8	726	52	6.18	1.66	96.9	13.1
MB 175	19.3	24.62	175	90	8.6	5.5	1272	85	7.19	1.86	145.4	18.9
MB 200	25.4	32.33	200	100	10.8	5.7	2235	150	8.32	2.15	223 5	30.0
MB 225	31.2	39.72	225	110	11.8	6.5	3441	218	9.31	2.34	305.9	39.7
MB 250	37.3	47.55	250	125	12.5	6.9	5131	334	10.39	2.65	410.5	53.5
MB 300	44.2	56.26	300	140	12.4	7.5	8603	453	12.37	2.84	573.6	64.8
MB 350	52.4	66.71	350	140	14.2	8.1	13630	537	14.29	2.84	778.9	76.8
MB 400	61 6	78.46	400	140	16.0	8.9	20458	622	16.15	2 82	1022.9	88.9
MB 450	72.4	92.27	450	150	17.4	9.4	30390	834	18.15	3.01	1350 7	111.2
MB 500	86.9	110.74	500	180	17.2	10.2	45218	1369	20.21	3.52	1808.7	152.2

எண் 3 சேர்ப்பு அட்டவணை I வடிவ உத்திரங்களின் பான்மைகள் (தொடர்ச்சி)

	w kg	a cm^2	h mm	b mm	t_f mm	t_w mm	I_{xx} cm^4	I_{yy} cm^4	γ_{xx} cm	γ_{yy} cm	Z_{xx} cm^3	Z_{yy} cm^3
MB 600	122.6	156.21	600	210	20.8	12.0	91813	2651	24.24	4.12	3060.4	252.5
HB 150	30.6	38.98	150	150	9.0	8.4	1540	460	6.29	3.44	205.3	60.2
HB 200	37.3	47.54	200	200	9.0	6.1	3608	967	8.71	4.51	372.2	96.7

w — சட்டத்தின் எடை
a — பரப்பு
h — உயரம்
b — அகலம்
f — பட்டையத்தின் பருமன்
t_w — குருத்தின் பருமன்
I_{xx} — சடத்துவத் திருப்பு விசை ($_{xx}$ அச்சின் பால்)
I_{yy} — சடத்துவத் திருப்பு விசை ($_{yy}$ அச்சின் பால்)
γ_{xx} — சடத்துவ ஆரம் ($_{xx}$ அச்சின் பால்)
γ_{yy} — சடத்துவ ஆரம் ($_{yy}$ அச்சின் பால்)

அட்டவணை எண். 4

சேர்ப்பு அட்டவணை கட்டுமானத்திற்கான இரும்புக் குழல்களின் பான்மைகள்

PROPERTIES OF STEEL TUBES FOR STRUCTURAL PURPOSES

எண்.	Outside i aer (mm) வெளி விட்டம்	Class வகை	Thickness பருமன் (mm)	Weight எடை (kg/m)	Area பரப்பு (cm²)	Moment of inertia சதி (cm⁴)	Section modulus வகு (cm³)	Radius of gyration சஆ (cm)
15	21.3	Light	2.00	0.95	1.21	0.57	0.54	0.69
		Medium	2.65	1.22	1.55	0.69	0.65	0.67
		Heavy	3.25	1.45	1.84	0.78	0.73	0.65
20	26.9	Light	2.35	1.42	1.81	1.38	1.02	0.87
		Medium	2.65	1.58	2.02	1.51	1.12	0.86
		Heavy	3.25	1.90	2.41	1.72	1.28	0.84
25	33.7	Light	2.65	2.01	2.58	3.14	1.86	1.10
		Medium	3.25	2.44	3.11	3.65	2.16	1.08
		Heavy	4.05	2.97	3.77	4.22	2.15	1.05
32	42 4	Light	2.65	2.58	3.31	6.57	3.60	1.41
		Medium	3.25	3.14	4.00	7.71	3.64	1.39
		Heavy	4.05	3.84	4.88	9.07	4.28	1.36
40	48.3	Light	2.90	3.25	4.14	10.70	4.43	1 61
		Medium	3.25	3.61	4.60	11.73	4.86	1.60
		Heavy	4.05	4.43	5.63	13.90	5.76	1.57

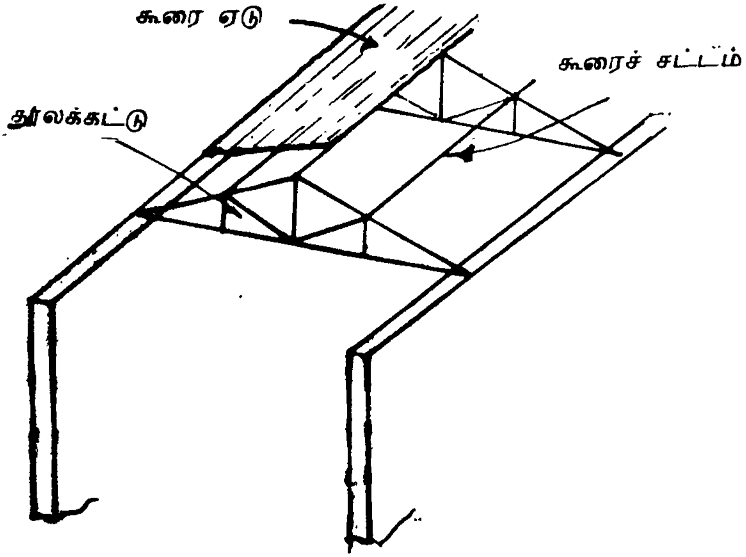
அட்டவணை 4 சேர்ப்பு அட்டவணை கட்டுமானத்திற்கான இருப்புக் குழல்களின் பான்மைகள் (தொடர்ச்சி)

எண்.	Outside diameter (mm) வெளி விட்டம்	Class வகை	Thickness பருமன் (mm)	Weight எடை (kg/m)	Area பரப்பு (cm^2)	Moment of inertia சதி (cm^4)	Section modulus வகு (cm^3)	Radius of gyration சஆ (cm)
50	60.3	Light	2.90	4.11	5.23	21.60	7.16	2.03
		Medium	3 65	5.10	6.50	26.17	8.68	2.01
		Heavy	4.50	6.17	7.89	30.91	10.8	1.98
65	76.1	Light	3.25	5.80	7.44	49.45	13.0	2.58
		Medium	3.65	6.51	8.31	54.66	14.4	2 57
		Heavy	4.50	7.90	10.10	65.14	17.1	2.54
80	88.9	Light	3.25	6.81	8.74	80.33	18.1	3.03
		Medium	4.05	8.47	10.8	97.40	21.9	3 00
		Heavy	4 85	10.10	12.8	113.5	25.5	2.98
90	101.6	Light	3.65	8.74	11.2	134.9	26.6	3.47
		Medium	4.05	9.72	12.4	147.9	29.1	3.45
		Heavy	4 85	11.60	14.7	173.0	34.0	3.45
100	114.3	Light	3.65	9.89	12.7	194.4	34.0	3.91
		Medium	4.50	12.1	15.5	234.4	41.0	3.89
		Heavy	5 40	14.4	18.5	274.6	48.1	3.86
125	139.7	Medium	4 85	16.2	20.5	467.8	60.0	4 77
		Heavy	5.40	17.8	22.8	514.6	73.7	4.75
150	165.1	Medium	4.85	19.2	24.4	784.7	95.1	5.65
		Heavy	5.40	21.2	27.1	864.9	104.8	5.65

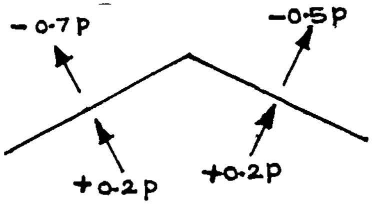
Light: *இலகுவான*; Medium: *நடுத்தரமான*; Heavy: *கனமான*

சதி: சடத்துவத் திருப்புவிசை *வகு: வடிவக் குணகம்*

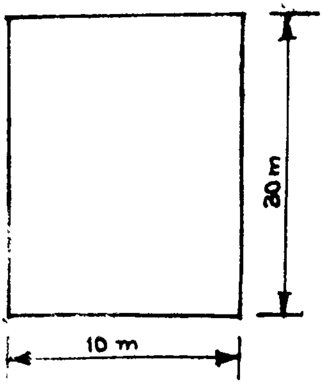
சஆ: சடத்துவ ஆரம்



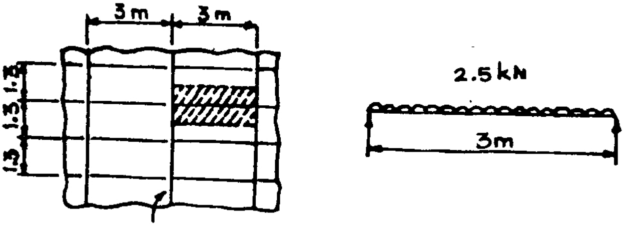
9.1 கூரையின் அங்கங்கள்



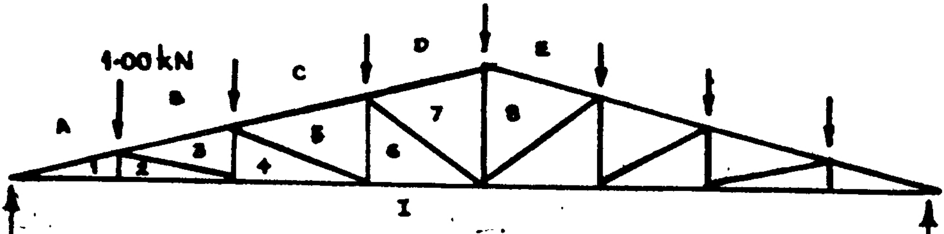
9.2. காற்றுப்பளு



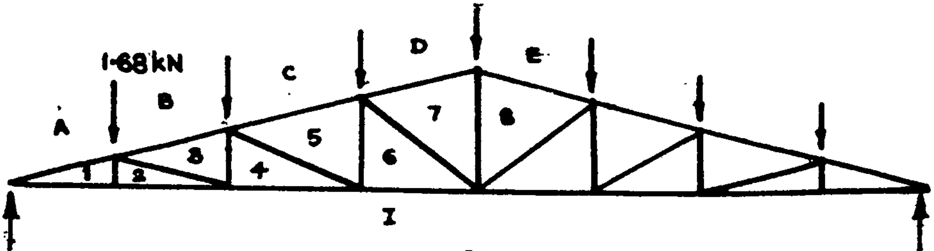
.3. எடுத்துக்காட்டு 9 1.



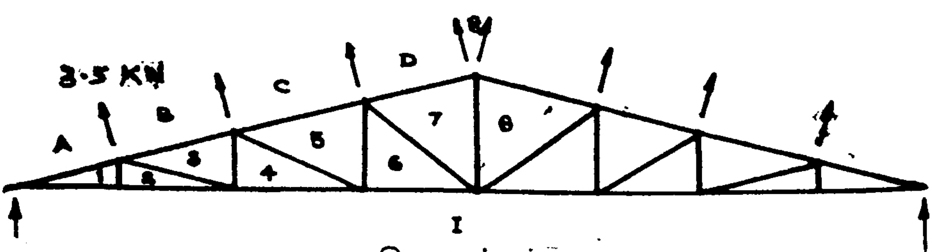
9.4. கூரைச் சட்டம்



அ. சட்டப்பளு

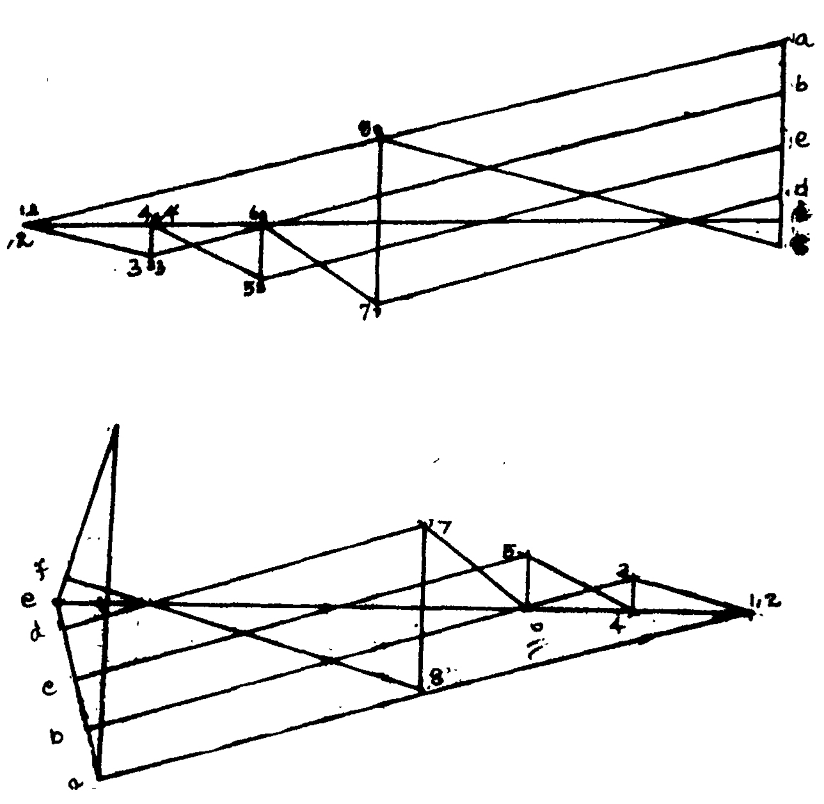


ஆ. உயிர்ப்பளு



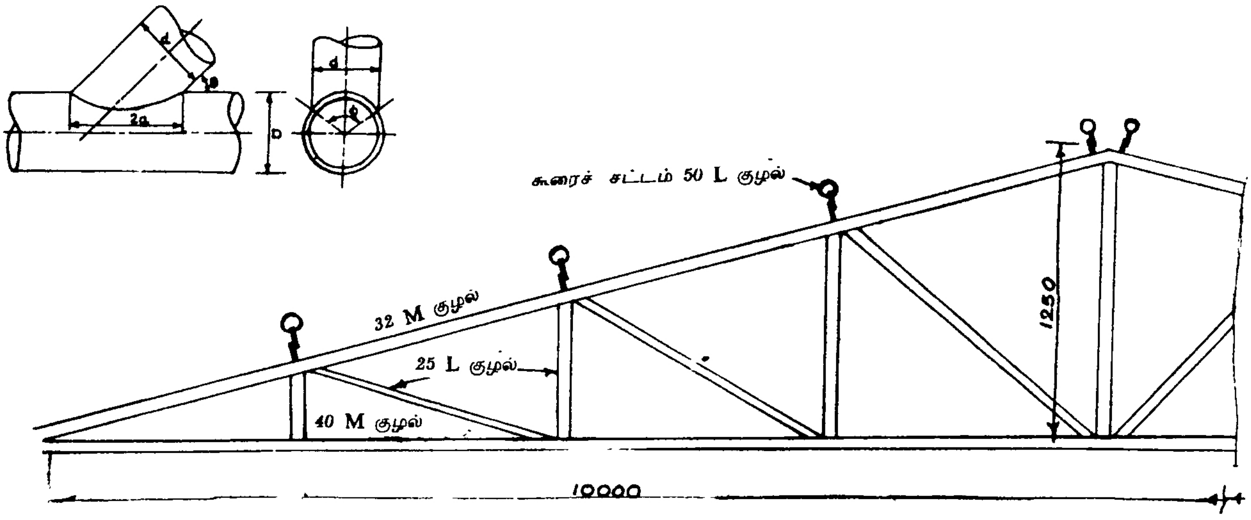
இ. காற்றுப்பளு

9.5. தூலக்கட்டின் இணைப்புள்ளி பளுக்கள்



9.6. விசை சமன் குறியீட்டுப் படங்கள்

அ. சட்டப் பளு உயிர்ப்பளு
ஆ. காற்றுப் பளு



9.7. தூலக்கட்டின் முகப்புத் தோற்றம்

கலைச் சொற்கள்

தமிழ் — ஆங்கிலம்

அங்கங்கள்	—	Members
அங்கணம்	—	Panel
அச்சு	—	Axis
— பளு	—	Axial load
— தகைவு	—	Axial stress
அடித் தகடு	—	Base plate
அடித்தளம்	—	Basement
அணைப்பு	—	Bracing
அணை துண்டு	—	Cleat
அமுக்க(ம்)	—	Compression
— தகைவு	—	Compressive stress
— விசை	—	Compressive force
— விசை அங்கங்கள்	—	Compression members
அலகு	—	Unit
அளவு	—	Dimension
அளவுக் குறியீடு (ஆணி)	—	Gauge (nail)
அழுத்தம்	—	Pressure
அனுமதிக்கப்பட்ட	—	Permissible
— தகைவு	—	— stress
— பளு	—	— load
அறையாணி இணைப்பு	—	Rivetted joint
ஆண்டு திசு வளையம்	—	Annual rings
ஆணிகள்	—	Nails
ஆணி இணைப்பு	—	Nailed joint

ஆணியிடைத் தூரம் — Pitch
ஆப்பு — Key
ஆரவெடிப்பு — Check

இணைப்பு — Joint
இடைச் செதிள் — Intermediate stiffener
இடைச் செருகி — Interpolate
இரும்பொட்டு உத்திரம் — Fitched beam
இழை இணை அமுக்கம — Compression parallel to grains
இழை குத்து அமுக்கம் — Compression perpendicular to grains
இழை சாய்வு — Slope of grain

ஈரப் பதம் — Moisture content

உட் சோறு — Pith
உத்திரம் — Beam, girder
உத்திர உயரம் — Depth of beam
உத்திரப் பின்னல் — Grid
உயரம் — Height
உயரப்படுத்தப்பட்ட உத்திரம் — Deepened beam
உரிய மதிப்பு — Value
உருட்டுச் சட்டங்கள் — Rolled joists
உறுதிப்படுத்தப்பட்ட — Stiffened

எஃகு உருட்டுச் சட்டங்கள் — Rolled steel joists
எழுச்சி — Rise

ஏட்டடுக்கு — Laminated
ஏடுகள் — Sheets, laminates

ஒல்லி விகிதம் — Slenderness ratio

ஓடுகள் — Tiles
ஓரத்தூரம் — Edge distance

கட்டடம்	—	Building
கட்டுமானம்	—	Structure
கட்டுவிக்கப்பட்ட	—	Built-up
கட்டை	—	Block
கட்டுபபடுத்தப்பட்ட	—	Restrained
கட்டுப் பாடற்ற	—	Unrestrained
கடைக்கால்	—	Footing
கடைந்து பொருத்தப்பட்ட மரையாணி	—	Turued and fitted bolts
கம்பியாணி	—	Wire nail
கமான்	—	Arch
கவிழ்தல்	—	Overturn
கரிய மரையாணி	—	Black bolts
கற்காரை-கான்கிரீட்	—	Concrete
காடி	—	Notch
காப்புக் காரணி	—	Factor of safety
காரணி	—	Factor
காரை	—	Mortar
காவடிச் சட்டம்	—	Portal
காற்று	—	Wind
— அணைச் சட்டம்	—	— bracing
— அழுத்தம்	—	— pressure
— பளு	—	— load
— திசை வேகம்	—	— velocity
கிடை	—	Horizontal
— விசை	—	— force
— நறுக்கு	—	— shear
கிடைவாக்கு	—	Lateral
— தாங்குமானம்	—	— support
— பளு	—	— load
கிளிஞ்சல் கூரை	—	Shell roof

கீல்கள்	—	Hinges
குந்தகம்	—	Defects
குமிழ் கூரை	—	Domical roof
குருத்து	—	Web
— செதிள்கள்	—	— stiffeners
— தகடு	—	— plate
— தகைவு	—	— stress
— நசுங்குதல்	—	— crushing
— நெளிதல்	—	— buckling
— மூட்டு	—	— splice
குவிப்பளு	—	Concentrated load
குழல்கள்	—	Tubes
குறியீடு	—	Symbol
குறுக்களவு	—	Cross sectional dimensions
குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு	—	Sectional area
குறுகல் (பற்றவைப்பு)	—	Throat (weld)
கை(மரம்) சட்டம்	—	Rafter
கூரை	—	Roof
கூரைச் சட்டம்	—	Purlin
கொத்து வேலை	—	Masonry
கோட்டிடைத்தூரம்	—	Gauge distance
கோட்பாடு	—	Specifications
கோணம்	—	Angle
கோண வாக்கு இழை	—	Diagonal grains
கோம்புக் கூரை	—	Monitor roof
கோம்பைச் சுவர்	—	Gabled wall
சட்டகம்	—	Frame
சட்டக இணைப்பு	—	Framed joint
சடப்பளு	—	Dead Load
சந்து சுவர்	—	Cavity wall

சமன் கொண்ட — Equivalent
சடத்துவம் — Inertia
சடத்துவ ஆரம் — Radius of gyration
சடத்துவத் திருப்புவிசை — Moment of Inertia
சாய்வு — Slope

சிமெண்ட காரை — Cement mortar
சிதைவு — Failu!e, Decay (of timber)

சீர்மை — Symmetry
சீரற்ற வளைப்பு — Unsymmetrical bending
சீராகப் பரவிய — Uniformly distributed

சுண்ணாம்புக்காரை — Lime mortar
சுட்ட சுண்ணாம்பு — Fat lime
சுமத்தப்படும் பளு — Imposed load
சும்மா தாங்கப்பட்ட — Simply supported
சுழற்சி சடத்துவத் திருப்புவிசை — Polar moment of inertia

செதிள்கள் — Stiffeners

சோதித்தல், சோதனை — Checking

ட சட்டம் — Ell angle

தகடு — Plate
தகட்டு உத்திரம் — Plate girder
தகைவு — Stress
தட்டை — Flat
தரம் — Grade, Standard
தரப்பிரிப்பு — Gradation
தரக்கட்டுப்பாட்டு நிறுவனம் — Standards Institution
தளம் — Plane, Floor
தாங்குமானம் — Support, bearing

தாங்கு தகைவு — Bearing stress
தாங்கு வலிமை — Bearing capacity

திண்ணம் (பருமன், தடிமன்)— Thickness
திடம் — Durability
திருப்புமை — Moment
திறப்பு — Opening

துண்டித்தல் — Curtailment
துண்டுப் பிணைச்சட்டம் — Lug angle
துருத்து விட்டம் — Cantilever
துருத்து மாடம் — Balcony

தூண்கள் — Columns, pillars
தூலக்கட்டு — Truss
தூலம் — Beam
துறைத்தூரம் — Span

தேர்ந்தெடுப்பு — Choice

தைப்பு ஆணி — Tacking rivets, stich rivets

தொங்கு உத்திரம் — Overhanging beam
தொடர் சட்டம் — Continuous member
தொடராத சட்டம் — Discontinuous member
தொய்வு — Deflection

தோராயமாக — Approximately

நகர்பளு — Live load
நறுக்கு — Shear
— காப்புத் தகடு — — plate
— தகைவு — — stress
— விசை — — force

நாண்கள் — Ties
நார் — Fibre

நார் திகட்டுப்புள்ளி — Fibre saturation point

நிலைப்பாடு — Stability

நீர்க் கசிவு — Permeability
நீர்க் கோப்புத்திறன் — Water retentivity
நீர்த்த சுண்ணாம்பு — Hydrated lime
நீளவாக்கு — Longitudinal

நெகிழ்தல் — Yielding
நெளிதல் — Buckling

பகுதிகள் — Elements
'ப' சட்டம் — Channel Section
பட்டையம் — Flange
படை — Course
பதித்தல் — Fixing
பயன்படு — Effective
— உயரம் — — height
— துறைத்தூரம் — — span
— பரப்பு — — area
பரவு — Lap
பரவு பளு — Distributed load
பருமன் — Thickness
பல் வளையம் — Toothed ring
பலகை — Slab
பளு — Load
பளுக்காரணி — Load factor
பற்றவைப்பு — Welding

பாதம் (பற்றவைப்பு) — Toe (weld)
பாரந்தூக்கி உத்திரம் — Crane
பாண்மை — Characteristics

பிணைப்பு — Connection
பின்னல் கட்டு — Lacing

பிரிப்புத்தூண் — Split column
பிறை — Wane
பிறை வெடிப்பு — Split

பீடம் — Pier

புதைத்த தூண் — Encased column

பெட்டகத் தூண் — Box column
பெயர்ப்பு — Eccentricity
பெயர்ப்புப பளு — Eccentric load
பொருண்மை — Density
பொறுக்குத்தரம் — Selected grade

மண் — Earth
மண் அழுத்தம் — Earth pressure
மட்ட இணைப்பு — Tabled joint
மடித்து அடித்த ஆணி — Clenched nails
மடி தகட்டுக்கூரை — Folded plate roof
மத்தி அச்சு — Neutral axis
மரையாணி — Bolt

மீள் குணகம் — Elastic modulus
மீள் குணக விகிதம் — Modular ratio

முகப்பு — Face
முகப்புக் கல் — Face Stone
முட்டிணை பற்றவைப்பு — Butt weld
முட்டிணைப்பு — Butt joint
முடிச்சு — Knot
முறுக்கு (சுழல் திருப்பு விசை) — Torque

மூட்டு — Splice
மூடி — Cover
மூடிப்பலகை — Cover plate

மேற்பரவல்	—	Overlap
மைய அச்சு	—	Neutral axis
மைய உயரம்	—	Rise (Central)
மைய வெடிப்பு	—	Ring shake
வகை	—	Type
வட்டில் நெம்பு	—	Disc dowel
வடவொளி தூலககட்டு	—	North light roof truss
வடிவம்	—	Shape, section
வடிவக் கணக்கீடு	—	Design
வடிவக் குணகம்	—	Modulus of section
வரிசைக்கோடு	—	Gauge line
வலிமை	—	Strength
வளைப்பு	—	Bending
வளைப்புத் தகைவு	—	Bending stress
வளையம்	—	Ring
வாரன் உத்திரம்	—	Warren girder
விகளம்	—	Strain
வியரிண்டீல் உத்திரம்	—	Vierendeel girder
விரிசல்	—	Crack
வில்லைத்தகடு	—	Washer plate
வில்லைப் பற்றவைப்பு	—	Fillet weld
வினைத் திறன்	—	Efficiency
வெட்டு முகப்பு	—	Cross section
வெடிப்பு (மர)	—	Shake
வெளிப்பட்டை	—	Bark
வெளிறு மரம்	—	Sap
வெற்றிடக்கட்டை	—	Hollow block
வெறுமனே தாங்கப்பட்ட	—	Simply supported

வேல்முனைப்பின்னல்	—	Spike grid
வைரக் கட்டை	—	Heart wood
ஹைபர் பாலிக் பாரபாலாய்டு	—	Hyperbolic parabo oid

ஆங்கிலம் — தமிழ்

A.C. Sheets	—	அஸ்பெஸ்டாஸ் தகடுகள்
Allowable stress	—	அனுமதிக்கப்படும் தகைவு
Analysis	—	கணக்கீடு
Angle	—	L சட்டங்கள், கோணம்
Anchor bolts	—	பிடிப்பு மரையாணிகள்
Annular ring	—	ஆண்டுத் திசு வளையம்
Arch	—	கமான்கள்
Axis	—	அச்சு
Bark	—	வெளிப்பட்டை
Base	—	அடித்தளம்
Base plate	—	அடித்தகடு
Batten	—	துண்டுக்கட்டை
Beam	—	விட்டம், உத்திரம்
— Cantilever	—	— துருத்து
— Cased	—	— புதையப் பெற்ற
— Compound	—	— கூட்டு
— Deepened	—	— உயரப்படுத்தப்பட்ட
— Fixed	—	— பதியப்பெற்ற
— Flitched	—	— இரும்புப்பூட்டு
— Framed	—	— சட்டக
— Overhanging	—	— தொங்குகின்ற
— Simply supported	—	— சும்மா தாங்கபபட்ட
— Stiffened	—	— உறுதிப்படுத்தப்பட்ட
Bending	—	வளைப்பு
-- moment	—	— திருப்புவிசை (வளை திருப்பு விசை)
— Stress	—	தகைவு
Bearing	—	தாங்குமானம்
— Stiffener	—	— செதிள்
Bearing capacity of soil	—	மண்ணின் தாங்கு வலிமை
Bearing stress	—	தாங்கு தகைவு
Bearing	—	தாங்குமானம்

Box column — பெட்டகத் தூண்
Builtup column — கட்டுவித்த தூண்
Bolt — மரையாணி
— Black — — கரிய
— Hightensile — — அதிக வலு
— Turned & Fitted — — கடைந்து பொருத்தப் பட்ட
— Value — — உரிய மதிப்பு
Bracing — அணைப்பு
Brick — செங்கல்
— Arches — — கமான்கள்
— Cavity wall — — இடைவெளி/சந்துச் சுவர்
— Column — — தூண்
— Masonry — — கொத்து வேலை
— Pier — — பீடம்
— Wall — — சுவர்
Boundry wall — எல்லைச் சுவர்
Blocks — கட்டைகள்
Buckling — நெளிதல்
Building — கட்டடம்
Built-up — கட்டுவிக்கப்பட்ட
Butt joint — மூட்டிணைப்பு

Cambium layer — வளர்படை
Cavity wall — சந்துச் சுவர்
Characteristics — பான்மைகள்
Channel Section — ப — சட்டங்கள்
Checking — சோதித்தல், சோதனை
Checks — ஆரவெடிப்பு
Choicc — தேர்ந்தெடுப்பு
Cleat — அணைத்துண்டு
Claw plates — கவ்வு தகடுகள்

Compression — அழுக்கம்
Compression parallel to grains — இழைக்கு இணை அழுக்கத் தகைவு
Compression perpendicular to grains — இழைக்கு குத்தான அழுக்கத் தகைவு
Clenched (nails) — மடித்து அடித்த (ஆணிகள்)
Cross grained — குறுக்கு இழையோட்டம்
Column — தூண்
— Axially loaded — — அச்சுவழி பளுபெற்ற
— Eccentically loaded — — பளுப்பெயர்பு கொண்ட
Compressive stress — அழுக்கத் தகைவு
Concrete — கற்காரை
Connection — பிணைப்புகள்
Continuous memder — தொடர்சட்டம்
Course — படை
Cover — மூடி
Cracking — விரிசல் விடுதல்
Crosswall — குறுக்குச் சுவர்
Cross bracing — குறுக்கு அணைப்பு
Curtailment — துண்டித்தல்

Deflection — தொய்வு
Depth (of bems) — உத்திர உயரம்
Design — வடிவக் கணக்கீடு
Decay — சிதைவு
Defect — குந்தகம்
Density — பொருண்மை
Diagonal grain — மூலைவிட்டம் இழையோட்டம்
Disc dowels — வட்டில் நெம்பு
Discontinuous — தொடராத
Disc dowel — வட்டில் நெம்பு
Dimensions — அளவுகள்
Domes — குமிழ்கூரை
Durability — திடம்

Earth pressure — மண் அழுத்தம்
Eccentricity — பெயர்ப்பு
Edge distance — ஓரத்தூரம், விளிம்புத் தூரம்
Effective — பயன்படு
  — area — — பரப்பு
  — height — — உயரம்
  — length — — நீளம்
Efficiency — வினைத்திறன்
Elastic modulus — மீள் குணகம்
Elements — பகுதிகள்
End distance — கடைத் தூரம்
Equivalent — சமமான

Face — முகப்பு
Facing stone — முகப்புக்கல்
Factor — காரணி
Factor of safety — காப்புக் காரணி
Failure — சிதைவு
Fibre — நார்
Fibre saturation point — நார்த் திகட்டுப் புள்ளி
Flanges — பட்டையம்
Flat — தட்டை
Flitched beam — இரும்பு பூட்டு உத்திரம்
Flilet weld — வட்டில் பற்றவைப்பு
Folded plate roof — மடி தகட்டுக்கூரை
Footing — கடைக்கால்
Forces — விசைகள்
Forms — வடிவங்கள்
Foundation — அடித்தளம்
Frame — சட்டகம்
Framed joint — சட்டக இணைப்பு

Grade — தரம்
Gradation — தரப்பிரிப்பு
Gauge — வரிசைக்கோடு, அளவுக்குறியீடு

Gauge-distance — கோட்டிடைத்தூரம்
Girder — உத்திரம்
— Crane — — பாரந்தூக்கிதாங்கு
— Plate — — தகட்டு
Grain — இழையோட்டம்
Grain inclination — இழைச் சாய்வு
Grid — உத்திரப்பின்னல்
Gusset plate — கோப்புத தகடு
Gussetted base — கோப்புத்தகடு கொண்ட அடித்தகடு

Heart shake — மைய வெடிப்பு
Heart wood — வைரக் கட்டை
Hinged end — கீல் பெற்ற முனை
Horizontal loading — கிடைவாக்குப் பளு
Horizontal shear — கிடைநறுக்கு
Hollow block — வெற்றிடக்கட்டை
Hyperbolic paraboloid — ஹைபர்பாலிக் பரபோலாய்டு

I girder — I வடிவ உத்திரம்
Intermediate stiffener — இடைச் செதில்கள்
Interpolate — இடைச் செருகி
Inertia — சடத்துவம்

Joint — இணைப்பு
— Rivetted — — அறையாணி
— Bolted — — மரையாணி
— Welded — — பற்றவைப்பு
— Lap — — தொட்டு
— butt — — முட்டு
Joist — தூலம், சட்டம்
— Rolled s'eel — — எஃகு உருட்டு

Key — ஆப்புகள்
Knot — முடிச்சுகள்

Lacing — பின்னல்
Laminated — ஏட்டடுக்கு
Lap — பரவு
Lap joint — தொட்டிணைப்பு
Lateral — கிடைவாக்கு
— Load — — பளு
— Support — — தாங்குமானம்
— Bracing — — அணைப்பு
Live load — நகர் பளு
Lintel — தண்டயம்
Lime — சுண்ணாம்பு
— Fat — — அடர் சுண்ணாம்பு
— Hydrated — — நீர்த்த
Loads — பளுக்கள்
— Axial — — அச்சு
— Concentrated — — குவி
— Dead — — சட(ப்)
— Imposed — — சுமத்தப்படும்
— Live — — உயிர், நகர்
— Uniformly distributed — — சீரர்கப்பரவிய
Load factor — பளுக்காரணி
Longitudinal stiffener — நீளவாக்குச் செதிள்கள்
Lug angle — துண்டுப்பிணைச் சட்டம்

Membrance force — ஏட்டிடை விசை
Modular ratio — மீள்குணக விகிதம்
Modulatory rings — சுழி முனை மையக்கதிர்கள்
Moisture content — ஈரப்பதம்
Moment — திருப்புவிசை
Moment of inertia — சடத்துவத் திருப்புவிசை
Monitor roof — கோம்புக் கூரை
Monolethic — ஒன்றிணைந்த

Mortar — காரை
— Cement — — சிமெண்ட்
— Joint — — இணைப்பு
— Lime — — சுண்ணாம்பு
— Permeability — — நீர்க்கசிவு இயல்பு
— Strength — — வலிமை
— Type — — வகை
— Water retentivity — — நீர்க்கோப்புத்திறன்
— Workability — — பதமான

Nails — ஆணிகள்
— wire — — கம்பி
Nailed joint — ஆணி இணைப்பு
Neutral axis — பொது அச்சு
North light roof — வடவொளி தூலக்கட்டு
Notch — காடி

Openings — திறப்புகள்
Overlap — மேற்பரவல்
Overturn — கவிழ்தல்

Panel — அங்கணம்
Pitch (Nail, bolt, rivet) — ஆணிஇடைத்தூரம்
Pitch — மைய உயரம்
Pith (roof truss) — உட்சோறு
Plane — தளம்
Plate — தகடு
Plate girder — தகட்டு உத்திரம்
Polar moment of inertia — சுழற்சி சடத்துவத் திருப்புவிசை

Portal — உறுதிபிணைச்சட்டங்கள்
Pressure — அழுத்தம்
Purlin — கூரைச்சட்டம்

Radius of gyration — சடத்துவ ஆரம்
Rafter — கைச்சட்டம்

Reaction — எதிர்வினை
Restrained — கட்டுப்படுத்தப்பட்ட
Rigid frame — சட்டகம்
Ring — வளையம்
Rise — எழுச்சி
Rivet — அறையாணி

Sapwood — — புறமரம்
Section — வெட்டு முகப்பு
Section modulus — வடிவக்குணகம்
Settlement (of foudation) — அடித்தள அமிழ்வு
Selection grade — பொறுக்குத்தரம்
Seasoning — பதப்படுத்துதல்
Shake — வெடிப்பு
Shear — நறுக்கு
Shear keys — நறுக்கு ஆப்புகள்
Shear plates — நறுக்குக் காப்புத்தகடு
Sheets — ஏடுகள்
Shell roof — கிளிஞ்சல் கூரை
Shrinkage — சுருங்குதல்
Slab — பலகை
Slenderness ratio — ஒல்லிவிகிதம்
Slope — சாய்வு
Span — துறைத்தூரம்
Specification — கோட்பாடுகள்
Spike grid — வேல்முனைப்பின்னல்
Split — பிறை வெடிப்பு
Split ring — பிளவு வளையங்கள்
Splice — மூட்டு
Stability — நிலைப்பாடு
Standard — தரம்
Stiffness — உறுதி, விறைப்பு
Strain — விகளம்
Strees — தகைவு

Structure — கட்டுமானம்
Struts — குறுந்தடிகள்
Substructure — நிலத்தடி கட்டுமானங்கள்
Suction — உறிஞ்சுதல்
Symbols — குறியீடுகள்
Symmetry — சீர்மை

Tabled joint — மட்ட இணைப்பு
Tacking rivets — தைப்பு அறையாணிகள்
Tension — இழுப்பு விசை
— members — — அங்கங்கள்
Tensile stress — இழு தகைவு
Thickness — தடிமன், பருமன்,
Ties — நாண்கள்
Timber — மரம்
Toothed ring — பல் வளையம்
Torque — முறுக்கு விசை, சுழல் திருப்பு விசை

Truss — தூலக்கட்டு
Tubels — குழல்கள்

Unit weight — அலகு எடை
Unsymmetrical bending — சீரற்ற வளைப்பு
Unrestrained — கட்டுப்பாடற்ற

Vertical stiffeners — குத்துச் செதிள்கள்
Vierendeel girder — வியரெண்டீல் உத்திரம்

Wall — சுவர்
— Gable ended — — கோம்பை
— Wane — — பிறை
— Warp — — நெளிதல்
Washer — வில்லை தகடு
Web plate — குருத்துத் தகடு
Web splice — குருத்து முட்டு

Weight — எடை
Weld — பற்ற வைப்பு
— Butt — — முட்டிணை
— Joint — — இணைப்பு
— fillet — — வில்லை
— throat — — குறுகல்
— toe — — பாதம்
Warren girder — வாரன் உத்திரம்
Wind — காற்று
— bracing — — எதிரணைச் சட்டம்
— velocity — — திசை வேகம்

Yielding — நெகிழ்வு
Young's modulus — யங்கின் மீள்குணகம்

Ziz Zag Rivetting — கோண வரிசை அறையாணி